

2-4 MATÉRIAUX GÉOSYNTHÉTIQUES

TABLE DES MATIÈRES

1.0	INTRODUCTION.....	9
2.0	DÉFINITIONS.....	9
2.1	PROPRIÉTAIRE	9
2.2	INSPECTEUR DES TRAVAUX AU CHANTIER ET RESPONSABLE DU CONTÔLE DE QUALITÉ EXTERNE (ICQ).....	9
2.3	ENTREPRENEUR GÉNÉRAL	9
2.4	MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANE	9
2.5	INSTALLATEUR DES GÉOMEMBRANES	9
2.6	GÉOMEMBRANES	10
2.7	GÉOTEXTILES	10
2.8	GÉONETS.....	10
2.9	GÉOGRILLES.....	10
2.10	GÉOCOMPOSITES.....	10
2.11	GÉOCOMPOSITE BENTONITIQUE (GEOSYNTHETIC CLAY LINER – GCL).....	11
3.0	QUALIFICATION DES INTERVENANTS.....	11
3.1	INSPECTEUR DES TRAVAUX AU CHANTIER	11
3.2	MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES.....	11
3.3	INSTALLATEUR DES GÉOMEMBRANES	12
4.0	GÉOMEMBRANES	13
4.1	ESSAIS DE RÉFÉRENCE	13
4.2	FABRICATION DES GÉOMEMBRANES	15
4.2.1	<i>Généralités</i>	15
4.2.2	<i>Tests sur la résine à être effectués par le manufacturier de géomembrane ...</i>	16
4.2.3	<i>Entreposage de la résine.....</i>	16
4.2.4	<i>Processus de fabrication des rouleaux de géomembranes</i>	16
4.2.5	<i>Fréquence de tests</i>	17
4.2.6	<i>Données d'essai et archives</i>	17
4.2.7	<i>Méthodes d'essai.....</i>	17
4.2.8	<i>Identification des rouleaux.....</i>	18
4.2.9	<i>Manipulation et entreposage des rouleaux.....</i>	18
4.2.10	<i>Allocation des rouleaux.....</i>	19
4.2.11	<i>Matériel non-conforme</i>	19
4.2.12	<i>Garantie.....</i>	19
4.3	INSTALLATION DES GÉOMEMBRANES.....	19
4.3.1	<i>Inspection des matériaux</i>	19
4.3.2	<i>Livraison, entreposage et manutention.....</i>	20
4.3.3	<i>Préparation des assises</i>	20
4.3.4	<i>Plan d'installation</i>	21
4.3.5	<i>Identification des panneaux</i>	22
4.3.6	<i>Mise en place.....</i>	22

TABLE DES MATIÈRES (suite)

4.3.7	Conditions météorologiques	22
4.3.8	Équipement pour l'installation.....	23
4.3.8.1	Équipement de soudure	23
4.3.8.2	Poinçon (punch press)	23
4.3.8.3	Tensiomètre.....	23
4.3.8.4	Boîte à vide.....	23
4.3.8.5	Manomètre et pompe à air	24
4.3.8.6	Équipement divers.....	24
4.3.9	Soudures	24
4.3.9.1	Essais de soudure	25
4.3.9.2	Préparation pour la soudure	26
4.3.10	Procédures de soudures.....	28
4.3.10.1	Soudure par fusion avec sabot.....	28
4.3.10.2	Soudure par extrusion	29
4.3.10.3	Documentation.....	31
4.3.11	Essais.....	31
4.3.11.1	Essais non-destructifs	31
4.3.11.1.1	Pressurisation.....	32
4.3.11.1.2	Procédure pour essai de pressurisation non-conforme	35
4.3.11.1.3	Chambre à vide "Vacuum Testing"	36
4.3.11.1.4	Procédure pour essai à vide non-conforme	38
4.3.11.2	Essais destructifs.....	38
4.3.11.2.1	Procédure pour essai destructif non conforme.....	41
4.3.11.3	Procédures de réparations	42
5.0	GÉOTEXTILES.....	44
5.1	ESSAIS DE RÉFÉRENCE	44
5.2	FABRICATION DES GÉOTEXTILES	45
5.2.1	Généralités	45
5.2.2	Tests à être effectués par le manufacturier de géotextile	46
5.2.3	Processus de fabrication des rouleaux de géotextiles	46
5.2.4	Fréquence de tests	48
5.2.5	Données d'essai et archives	48
5.2.6	Méthodes d'essai.....	48
5.2.7	Identification des rouleaux.....	49
5.2.8	Manipulation et entreposage des rouleaux.....	50
5.2.9	Allocation des rouleaux.....	50
5.2.10	Matériel non-conforme	50
5.3	CERTIFICATS DE CONTRÔLE DE QUALITÉ	51
5.4	MANUTENTION ET INSTALLATION	52
5.4.1	Inspection des matériaux	52
5.4.2	Livraison, entreposage et manutention.....	52
5.4.3	Installation sur pentes.....	53
5.4.4	Vent.....	53

TABLE DES MATIÈRES (suite)

5.4.5	Découpage.....	53
5.4.6	Matières étrangères et rayons UV.....	53
5.4.7	Chevauchements et joints.....	54
5.4.8	Réparations.....	54
6.0.	GÉONETS / GÉOCOMPOSITES DE DRAINAGE.....	55
6.1	ESSAIS DE RÉFÉRENCE.....	55
6.1.1	Géotextile.....	55
6.1.2	Géonet.....	56
6.1.3	Composite.....	56
6.2	FABRICATION DES GÉONETS ET GÉOCOMPOSITES DE DRAINAGE.....	57
6.2.1	Généralités.....	57
6.2.2	Tests à être effectués par le fabricant de géonets/géocomposites.....	57
6.2.3	Processus de fabrication des géonets et géocomposites de drainage.....	58
6.2.4	Fréquence de tests.....	58
6.2.5	Données d'essai et archives.....	58
6.2.6	Méthodes d'essai.....	58
6.2.7	Identification des rouleaux.....	58
6.2.8	Manipulation et entreposage des rouleaux.....	59
6.2.9	Allocation des rouleaux.....	59
6.2.10	Matériel non-conforme.....	59
6.3	CERTIFICATS DE CONTRÔLE DE QUALITÉ.....	60
6.4	MANUTENTION ET INSTALLATION.....	60
6.4.1	Installation sur pentes.....	61
6.4.2	Vent.....	61
6.4.3	Découpage.....	61
6.4.4	Matières étrangères et rayons UV.....	61
6.4.5	Chevauchements et joints.....	62
6.4.5.1	Composant géonet ou géonet seul.....	62
6.4.5.2	Composant géotextile.....	62
6.4.6	Réparations.....	62
7.0.	GÉOCOMPOSITES BENTONITIQUES.....	63
7.1	ESSAIS DE RÉFÉRENCE.....	63
7.2	FABRICATION DES GÉOCOMPOSITES BENTONITIQUES.....	64
7.2.1	Généralités.....	64
7.2.2	Bentonite.....	64
7.2.3	Géotextile de support tissé.....	66
7.2.4	Géotextile de recouvrement non-tissé.....	67
7.2.5	Géotextile de support non-tissé.....	68
7.2.6	Processus de fabrication des rouleaux de géocomposites bentonitiques.....	69
7.2.7	Données d'essai et archives.....	69
7.2.8	Méthodes d'essai.....	69
7.2.9	Identification des rouleaux.....	72

TABLE DES MATIÈRES (suite)

7.2.10	Manipulation et entreposage des rouleaux	72
7.2.11	Allocation des rouleaux.....	73
7.2.12	Matériel non-conforme	73
7.3	CERTIFICATS DE CONTRÔLE DE QUALITÉ	73
7.4	MANUTENTION ET INSTALLATION	74
7.4.1	Inspection des matériaux	74
7.4.2	Livraison, entreposage et manutention.....	74
7.4.3	Installation sur pentes.....	75
7.4.4	Découpage.....	75
7.4.5	Matières étrangères	75
7.4.6	Conditions météorologiques	76
7.4.7	Chevauchements et joints.....	76
7.4.8	Réparations	77
7.4.9	Installation des matériaux de recouvrement	77
7.5	GARANTIES	77

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 PROPRIÉTÉS DE LA RÉSINE POUR LA FABRICATION DES GÉOMEMBRANES.....	16
TABLEAU 2 MATÉRIAUX ET VALEURS MINIMALES ACCEPTABLES ESSAIS DE SOUDURE SUR GÉOMEMBRANES.....	26
TABLEAU 3,PRESSIONS SUR SOUDURES ET PERTES ADMISSIBLES POUR ESSAIS NON-DESTRUCTIFS SUR GÉOMEMBRANES.....	34
TABLEAU 4 MATÉRIAUX ET VALEURS MINIMALES ACCEPTABLES 1 POUR ESSAIS DESTRUCTIFS SUR GÉOMEMBRANES.....	41
TABLEAU 5 PROPRIÉTÉS DES FIBRES POUR GÉOTEXTILES.....	46
TABLEAU 6 MÉTHODES ET FRÉQUENCES D'ESSAIS POUR LES GÉOTEXTILES.....	49
TABLEAU 7 PROPRIÉTÉS DE LA RÉSINE POUR LA FABRICATION DES GÉONETS.....	57
TABLEAU 8 QUALITÉ DE LA BENTONITE À ÊTRE FOURNIE.....	65
TABLEAU 9 CRITÈRES D'ASSURANCE QUALITÉ DU MANUFACTURIER DE BENTONITE.....	66
TABLEAU 10 CRITÈRES D'ASSURANCE QUALITÉ DU MANUFACTURIER DE GÉOTEXTILE DE SUPPORT TISSÉ.....	66
TABLEAU 11 CRITÈRES D'ASSURANCE QUALITÉ DU MANUFACTURIER DE GÉOTEXTILE DE RECOUVREMENT NON-TISSÉ.....	67
TABLEAU 12 CRITÈRES D'ASSURANCE QUALITÉ DU MANUFACTURIER DE GÉOTEXTILE DE SUPPORT NON- TISSÉ.....	68
TABLEAU 13 CONTRÔLE QUALITÉ POUR LA FABRICATION DU GÉOCOMPOSITE BENTONITIQUE.....	71

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 – SOUDURE DOUBLE PAR FUSION DE GÉOMEMBRANE.....	29
FIGURE 2 – SOUDURE PAR EXTRUSION DE GÉOMEMBRANE.....	30
FIGURE 3 – ESSAI PAR PRESSURISATION DE JOINTS SUR GÉOMEMBRANES.....	35
FIGURE 4 – ESSAI DE LA BOÎTE À VIDE POUR JOINTS DE GÉOMEMBRANES.....	37
FIGURE 5 – ESSAI DE LA BOÎTE À VIDE POUR JOINTS DE GÉOMEMBRANE (VUE ISOMÉTRIQUE)	38
FIGURE 6 – SYSTÈME DE CONTRÔLE DE QUALITÉ DE FABRICATION POUR LES GÉOTEXTILES	47

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1
SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES POUR LES GÉOMEMBRANES POLYÉTHYLÈNE HAUTE DENSITÉ (PEHD) ET POLYÉTHYLÈNE BASSE DENSITÉ LINÉAIRE (PBDL) LISSES ET TEXTURÉES

ANNEXE 2
EXEMPLE DE GARANTIE DU MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES

ANNEXE 3
ORGANIGRAMME D'INSTALLATION ET SOUDURE DE GÉOMEMBRANE

ANNEXE 4
FORMULAIRE D'INVENTAIRE DES MATÉRIAUX

ANNEXE 5
CERTIFICAT D'ACCEPTATION D'ASSISE

ANNEXE 6
FORMULAIRE DE CALIBRATION PAR FUSION DES GÉOMEMBRANES

ANNEXE 7
FORMULAIRE DE CALIBRATION PAR EXTRUSION DES GÉOMEMBRANES

ANNEXE 8
FORMULAIRE DES PROCÉDURES DE SOUDURE DES GÉOMEMBRANES

ANNEXE 9
FORMULAIRE POUR ESSAI DESTRUCTIF SUR GÉOMEMBRANES

ANNEXE 10
FORMULAIRE DE RAPPORT DE RÉPARATIONS SUR GÉOMEMBRANES

ANNEXE 11
MÉTHODES DE RÉPARATION STANDARDS POUR MATÉRIAUX GÉOSYNTHÉTIQUES

ANNEXE 12
GUIDE D'ENTREPOSAGE ET MANUTENTION DES MATÉRIAUX GÉOSYNTHÉTIQUES

ANNEXE 13
PROPRIÉTÉS REQUISES POUR LES GÉOTEXTILES

ANNEXE 14
PROPRIÉTÉS REQUISES POUR LES GÉONETS ET GÉOCOMPOSITES DE DRAINAGE

ANNEXE 15
TYPES DE RUPTURE POUR SOUDURES DE GÉOMEMBRANE

1.0 INTRODUCTION

Ce document contient les procédures de contrôle de qualité à utiliser par le fabricant des matériaux géosynthétiques et par l'installateur afin d'assurer une qualité du travail à partir de la fabrication et tout au long de l'installation des matériaux géosynthétiques.

Toutes les procédures d'installation et de contrôle de qualité associées aux géomembranes, géotextiles, géonets, géocomposites et géocomposites bentonitiques sont décrites dans ce document.

2.0 DÉFINITIONS

Dans ce document les termes désignant les différents intervenants sont définis comme suit :

2.1 Propriétaire

Détenteur légal du site.

2.2 Inspecteur des travaux au chantier et responsable du contrôle de qualité externe (ICQ)

Responsable de l'inspection des travaux au chantier pour le compte du Propriétaire.

2.3 Entrepreneur Général

Responsable de la mise en œuvre de la réalisation.

2.4 Manufacturier de géomembrane

Responsable de la fabrication des géomembranes à partir des résines de base et de tous les contrôles de qualité connexes requis par ce devis.

2.5 Installateur des géomembranes

Responsable de l'installation des géomembranes aux chantiers et de tous les contrôles de qualité connexes requis par ce devis.

2.6 Géomembranes

Les géomembranes sont des matériaux habituellement fabriqués à partir de résine de polyéthylène. Elles peuvent être de type PEHD (Polyéthylène Haute Densité) ou PEBDL

(Polyéthylène Basse Densité Linéaire). Elles sont soit lisses, soit texturées.

Il existe aussi des membranes en PVC ou autres matériaux similaires. Dans ce manuel nous nous concentrerons sur les géomembranes en polyéthylène.

2.7 Géotextiles

Les géotextiles sont composés de fibres synthétiques (polymères de polypropylène ou polyester) et doivent être imputrescibles, insensibles à l'action des bases ou acides et inaltérables par des micro-organismes et les insectes. Les géotextiles peuvent être tissés ou non-tissés.

2.8 Géonets

Les géonets sont un matériau en forme de grillage, généralement en polyéthylène. La principale fonction des géonets est le drainage planaire. Les géonets devraient toujours être installés entre deux (2) géomembranes ou deux (2) géotextiles ou autre matériau pour prévenir le colmatage des ouvertures par du sol ce qui bloquerait l'écoulement, fonction principale de ce matériau.

2.9 Géogrilles

Les géogrilles sont des plastiques avec une configuration grillagée très ouverte. Les géogrilles avec une orientation sont composés de polyéthylène ou de polypropylène. Les géogrilles de type tissés sont composés de polyester, ce qui leur confère leur force et sont recouvertes d'un matériau comme PVC, latex ou bitume. Les géogrilles sont presque exclusivement utilisés comme matériaux de renforcement.

2.10 Géocomposites

Un géocomposite peut être une combinaison des matériaux suivants :

- un géotextile et un géonet
- un géotextile et une géogrille
- une géogrille et une géomembrane
- un géotextile, un géonet, une géogrille et une géomembrane, ou

ou toute autre combinaison de ces quatre matériaux. Ce manuel abordera les aspects de contrôle de qualité pour les géocomposites composé d'un géonet avec géotextile de part de d'autre.

2.11 Géocomposite bentonitique (Geosynthetic Clay Liner – GCL)

Les GCL sont composés d'une mince couche de bentonite insérée entre deux (2) géotextiles ou collée sur une géomembrane.

3.0 QUALIFICATION DES INTERVENANTS

Les intervenants sous-cités devront fournir au propriétaire (ou à son représentant) les informations suivantes relatives à leurs qualifications respectives, avant le début des travaux.

3.1 Inspecteur des travaux au chantier

Dans le but d'assurer au propriétaire une qualité supérieure de la réalisation du projet, l'inspection des travaux d'installation de géomembranes devra être confiée à une firme indépendante détenant une expertise d'au moins 5 ans dans l'inspection de travaux d'installation de géomembranes. Cette firme devra fournir une liste des projets de géomembranes dont elle a eu le mandat de surveillance au cours de ces années. La firme sera aussi responsable de tous les contrôles de qualité externe à être effectués par un laboratoire indépendant.

3.2 Manufacturier de géomembranes

Le manufacturier des géomembranes devra démontrer qu'il possède l'expérience et les ressources nécessaires à la réalisation du projet. Il devra soumettre une liste de projets auxquels il a participé en tant que manufacturier de géomembranes. Cette liste comprendra les informations suivantes.

- a) identification du projet ;
- b) nom du client ;
- c) type de géomembrane ;
- d) quantité approximative ;

En outre, le fabricant de géomembrane devra soumettre une certification attestant que chaque produit sera conforme aux spécifications techniques émises dans ce devis en ce qui concerne les propriétés physiques, les méthodes d'essais et les fréquences des contrôles de qualité exigées. (Voir **Annexe 1**). Cette certification devra être accompagnée d'une liste des propriétés physiques de chaque produit et d'échantillons représentatifs. Enfin, le fabricant de géomembrane devra soumettre un spécimen de garantie conforme aux exigences respectives de ce document. (Voir **Annexe 2**)

3.3 Installateur des géomembranes

L'installateur des géomembranes devra démontrer qu'il possède l'expérience et les ressources nécessaires (personnel et équipement de chantier) pour la réalisation du projet. Il devra soumettre une liste de projets auxquels il a participé en tant qu'installateur de géomembrane depuis les cinq (5) dernières années. Cette liste devra comptabiliser un minimum de 1 500 000 mètres carrés installés et elle comprendra les informations suivantes.

- a) identification du projet (localisation ou client) ;
- b) application ;
- c) quantité approximative;

De plus, l'installateur devra soumettre une liste de projets totalisant au moins 750 000 mètres carrés installés pour son superviseur et/ou son contremaître, 400 000 mètres carrés installés pour chacun de ses maîtres-soudeurs et 200 000 mètres carrés installés pour chacun de ses soudeurs, ces listes comprendront les mêmes informations que ci-haut mentionné.

En outre, l'installateur de géomembrane devra soumettre une description des méthodes d'assemblage utilisées ainsi qu'une description de ses contrôles de qualité au chantier.

De plus, l'installateur devra démontrer qu'il détient une assurance responsabilité environnementale, de même qu'une licence en règle d'entrepreneur de construction, catégorie entrepreneur spécialisé : 4500, Étanchement et imperméabilisation .

Enfin, l'installateur de géomembrane devra soumettre un certificat du fabricant de géomembranes attestant de sa qualification pour installer les géomembranes concernées et un spécimen de garantie conforme aux exigences respectives de ce document.

4.0 GÉOMEMBRANES

4.1 Essais de référence

American Society for Testing and Materials (ASTM)

1. D792 Specific Gravity (Relative Density) and Density of Plastics by Displacement
2. D 1004 Test Method for Initial Tear Resistance of Plastic Film and Sheeting
3. D 1238 Standard Test Method for Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer
4. D 1505 Test Method for Density of Plastics by the Density-Gradient Technique
5. D 1603 Test Method for Carbon Black in Olefin Plastics
6. D 3895 Test Method for Oxidative Induction Time of Polyolefins by Thermal Analysis
7. D 4218 Test Method for Determination of Carbon Black Content in Polyethylene Compounds by the Muffle-Furnace Technique
8. D 4833 Test Method for Index Puncture Resistance of Geotextiles, Geomembranes and Related Products
9. D 5199 Test Method for Measuring Nominal Thickness of Geotextiles and Geomembranes
10. D 5323 Practice for Determination of 2% Secant Modulus for Polyethylene Geomembranes

11. D 5397 Procedure to Perform a Single Point Notched Constant Tensile Load – (SP-NCTL) Test: Appendix
 12. D 5596 Standard Test Method for Microscopic Evaluation of the Dispersion of Carbon Black in Polyolefin Geosynthetics
 13. D 5617 Test Method for Multi-Axial Tension Test for Geosynthetics
 14. D 5721 Practice for Air-Oven Aging of Polyolefin Geomembranes
 15. D 5885 Test Method for Oxidative Induction Time of Polyolefin Geosynthetics by High Pressure Differential Scanning Calorimetry
 16. D 5994 Standard Test Method for Measuring Core Thickness of Textured Geomembranes
 17. D 6392 Standard Test Method for Determining the Integrity of Non-reinforced Geomembrane Seams Produced Using Thermo-Fusion Methods.
 18. D 6693 Test Method for Determining Tensile Properties of Non-reinforced Polyethylene and Non-reinforced Flexible Polypropylene Geomembranes
- GRI –Geosynthetics Research Institute
- GM-6 Standard Practice for Pressurized Air Channel Test for Dual Seamed Geomembranes
- GM 10 Specification for the Stress Crack Resistance of Geomembrane Sheet
- GM-11 Accelerated Weathering of Geomembranes using a Fluorescent UVA-Condensation Exposure Device
- GM-12 Measurement of the Asperity Height of Textured Geomembranes Using a Depth Gage
- GM-13 Test Properties, Testing Frequency and Recommended Warranty for High Density Polyethylene (HDPE) Smooth and Textured Geomembranes

GM-17 Test Properties, Testing Frequency and Recommended Warranty for Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) Smooth and Textured Geomembranes

GM-19 Seam Strength and Related Properties of Thermally Bonded Polyolefin Geomembranes

4.2 Fabrication des géomembranes

4.2.1 Généralités

Le fabricant de géomembrane, utilisera des résines de fournisseurs reconnus internationalement. Ces résines sont habituellement expédiées à l'usine de fabrication par wagon, chacun ayant une capacité d'environ 80,000 kg de granules de résine. À chaque wagon est associé un numéro de lot pour faciliter l'identification et la traçabilité de la matière première.

Chaque fabricant de résine soumettra au département de qualité du fabricant de géomembrane, pour approbation, l'information des contrôles de qualité montrant les résultats obtenus pour les propriétés suivantes:

- Densité, ASTM D1505
- Indice de fluidité (conditions E et F), ASTM D1238
- OIT (Oxidative Induction Time), ASTM D 3895
- Contenu en noir de carbone, ASTM D 4218 (si applicable)

Le contenu en noir de carbone est applicable si la résine est pré-mélangée. Lorsqu'elle n'est pas pré-mélangée, le noir de carbone est ajouté par le fabricant de géomembrane pendant la fabrication des rouleaux.

4.2.2 Tests sur la résine à être effectués par le fabricant de géomembrane

Lorsque les wagons arrivent à l'usine, ils seront échantillonnés (un (1) échantillon par wagon) et les propriétés suivantes seront testées:

TABLEAU 1 PROPRIÉTÉS DE LA RÉSINE POUR LA FABRICATION DES GÉOMEMBRANES

Propriétés	Méthode d'essai	PEHD	PEBDL
Densité (g/cm ³)	ASTM D1505	0.932	0.915
Indice de fluidité (g/10 min)	ASTM D1238 (conditions E et F)	≤ 1.0	≤ 1.0
OIT (Oxidative Induction Time) (min)	ASTM D 3895	100	100

- Contenu en noir de carbone, selon ASTM D 4218 (si applicable)

Les matières premières ne sont pas utilisées tant que tous les tests en laboratoire ne soient pas complétés et satisfaisants.

4.2.3 Entreposage de la résine

Lorsque les tests effectués sur la résine sont approuvés, celle-ci est entreposée dans un silo.

4.2.4 Processus de fabrication des rouleaux de géomembranes

L'usine aura une capacité de production de géomembranes suffisante pour fournir les quantités nécessaires au projet sans causer de délais de livraisons. L'équipement devra être en mesure de produire tous les types courants de géomembrane de polyéthylène d'environ 6.7 m de largeur de rouleau, ayant une épaisseur variant de 0.5 à 2.50 mm. Le fabricant de géomembranes sera en mesure de transformer plusieurs types de résine, incluant le polyéthylène haute densité (PeHD) et autres configurations de polyéthylène, comme le polyéthylène très flexible (PeBDL). Le fabricant de

GM-17 Test Properties, Testing Frequency and Recommended Warranty for Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) Smooth and Textured Geomembranes

GM-19 Seam Strength and Related Properties of Thermally Bonded Polyolefin Geomembranes

4.2 Fabrication des géomembranes

4.2.1 Généralités

Le fabricant de géomembrane utilisera des résines de fournisseurs reconnus internationalement. Ces résines sont habituellement expédiées à l'usine de fabrication par wagon, chacun ayant une capacité d'environ 80,000 kg de granules de résine. À chaque wagon est associé un numéro de lot pour faciliter l'identification et la traçabilité de la matière première.

Chaque fabricant de résine soumettra au département de qualité du fabricant de géomembrane, pour approbation, l'information des contrôles de qualité montrant les résultats obtenus pour les propriétés suivantes:

- Densité, ASTM D1505
- Indice de fluidité (conditions E et F), ASTM D1238
- OIT (Oxidative Induction Time), ASTM D 3895
- Contenu en noir de carbone, ASTM D 4218 (si applicable)

Le contenu en noir de carbone est applicable si la résine est pré-mélangée. Lorsqu'elle n'est pas pré-mélangée, le noir de carbone est ajouté par le fabricant de géomembrane pendant la fabrication des rouleaux.

4.2.2 Tests sur la résine à être effectués par le manufacturier de géomembrane

Lorsque les wagons arrivent à l'usine, ils seront échantillonnés (un (1) échantillon par wagon) et les propriétés suivantes seront testées:

TABLEAU 1 PROPRIÉTÉS DE LA RÉSINE POUR LA FABRICATION DES GÉOMEMBRANES

Propriétés	Méthode d'essai	PEHD	PEBDL
Densité (g/cm ³)	ASTM D1505	0.932	0.915
Indice de fluidité (g/10 min)	ASTM D1238 (conditions E et F)	≤ 1.0	≤ 1.0
OIT (Oxidative Induction Time) (min)	ASTM D 3895	100	100

- Contenu en noir de carbone, selon ASTM D 4218 (si applicable)

Les matières premières ne sont pas utilisées tant que tous les tests en laboratoire ne soient pas complétés et satisfaisants.

4.2.3 Entreposage de la résine

Lorsque les tests effectués sur la résine sont approuvés, celle-ci est entreposée dans un silo.

4.2.4 Processus de fabrication des rouleaux de géomembranes

L'usine aura une capacité de production de géomembranes suffisante pour fournir les quantités nécessaires au projet sans causer de délais de livraisons. L'équipement devra être en mesure de produire tous les types courants de géomembrane de polyéthylène d'environ 6.7 m de largeur de rouleau, ayant une épaisseur variant de 0.5 à 2.50 mm. Le manufacturier de géomembranes sera en mesure de transformer plusieurs types de résine, incluant le polyéthylène haute densité (PeHD) et autres configurations de polyéthylène, comme le polyéthylène très flexible (PeBDL). Le manufacturier de

géomembranes sera en mesure de fabriquer, à partir des mêmes résines, des géomembrane à surface lisse ou texturée (sur un ou deux côtés).

4.2.5 Fréquence de tests

Le manufacturier de géomembranes utilisera la même fréquence de test pour tous ses matériaux.

L'épaisseur, la dimension des rouleaux et le poids seront mesurés pour chaque rouleau produit. Pour ce qui est du test de la résistance en tension, la densité de la feuille et le contenu en noir de carbone, ils seront testés à une fréquence d'un rouleau sur deux (environ tous les 3,400 kg) La dispersion de noir de carbone, la résistance à la déchirure et la résistance au poinçonnement seront testés à tous les six (6) rouleaux (environ tous les 10,200 kg). Pour chaque rouleau de géomembrane texturée produit, la hauteur des aspérités sera mesurée d'après les standards GRI-GM12. (Source : *Geosynthetic Research Institute* – Voir **Annexe 1**) De plus, chaque rouleau d'un nouveau lot de résine sera testé au complet comme un premier rouleau après tout changement de production (i.e. changement d'épaisseur ou fini de surface).

Pour toutes les autres propriétés, les rouleaux qui ne seront pas testés, seront certifiés d'après les résultats obtenus pour les rouleaux testés avant et après.

4.2.6 Données d'essai et archives

Pour chaque rouleau testé, un échantillon de 25 cm x 25 cm sera coupé, identifié et archivé pour une période minimale de 10 ans.

Tous les résultats de tests seront incorporés dans une base de données. C'est à partir de cette base de données que les certificats de contrôle de qualité seront émis. Elle peut aussi générer des rapports spécifiques pour des projets, des types de matériel, des dates de fabrication d'épaisseur, des lots de résine, etc. Toutes ces données permettront la traçabilité des matières premières utilisées versus leur utilisation. Des rapports de données d'essai seront aussi disponibles à la demande de Cintec.

4.2.7 Méthodes d'essai

Le manufacturier de géomembrane emploiera des méthodes d'essai reconnues, publiées par ASTM ou GRI (*Geosynthetics Research Institute, Drexel University*). Les propriétés seront testées selon les méthodes d'essai écrites sur les feuilles de

spécifications techniques produites dans ce manuel. (Voir **Annexe 1**) Ces feuilles techniques montrent toutes les routines de test, et les spécifications internes ainsi que les méthodes d'essai de tous les produits. Les spécifications inscrites sont les valeurs minimales du rouleau.

Toute propriété qui n'est pas incluse dans le programme de contrôle de qualité en usine sera certifiée par le fabricant selon les résultats d'essai d'un laboratoire indépendant.

4.2.8 Identification des rouleaux

Un numéro unique sera donné à chaque rouleau produit, sans égard au type de produit. Le numéro de rouleau est attribué chronologiquement à chaque rouleau produit. Toute la production et les données d'essai relatives à chaque rouleau seront emmagasinées dans la même base de données sous chacun des numéros attribués. Ces informations permettront au fabricant d'effectuer la traçabilité de tous les rouleaux produits.

Chaque rouleau sera identifié avec un minimum de trois étiquettes: une à l'intérieur du tube en carton et les autres directement sur la feuille de géomembrane aux extrémités de la feuille. Ces étiquettes montreront les informations suivantes:

- numéro de rouleau;
- code du produit,
- dimensions;
- poids;
- numéro de lot de la résine utilisée;
- date de fabrication.

4.2.9 Manipulation et entreposage des rouleaux

L'équipement utilisé doit permettre de manipuler avec facilité un rouleau de 2270 kg (5000 Lbs) et de façon à ne pas l'endommager. Chaque rouleau aura deux élingues en nylon pour permettre au chariot élévateur à fourches, de le manipuler correctement. On aura aussi la possibilité de glisser l'axe en métal d'un chariot élévateur à l'intérieur, pour le transporter.

Les rouleaux de géomembrane de polyéthylène n'ont pas besoin d'un emballage protecteur pour l'entreposage extérieur. Les rouleaux de géomembrane peuvent être généralement empilés jusqu'à 5 de haut, sans que cela n'écrase l'intérieur du rouleau. Ils ne doivent pas être entreposés dans la boue ou dans un endroit où il y a des excès d'eau, ou d'autre genre de matériaux.

4.2.10 Allocation des rouleaux

À chaque fois qu'un rouleau est prêt à être expédié, il doit être inspecté visuellement avant que son allocation ne soit faite pour le transport.

4.2.11 Matériel non-conforme

Tout matériel montrant des dommages comme des trous, des matières premières mal dispersées et autres défauts, doit être identifié non-conforme et entreposé à l'écart des autres rouleaux. Tous les matériaux identifiés défectueux doivent être évalués de façon à déterminer l'étendue de la surface endommagée. Suivant l'évaluation de chaque rouleau, il sera classifié comme:

- Rejeté: le rouleau est alors haché en petits morceaux et incorporé à la production à un taux maximum permmissible par le devis.
- Dommage localisé: la surface endommagée est coupée et le rouleau peut être utilisé comme les autres.
- Déclassé: le rouleau est utilisé à un grade inférieur de celui pour lequel il a été produit à l'origine. Aucun dommage apparent sur le rouleau, sauf s'il ne rencontre pas les spécifications pour l'épaisseur correspondante.
- Utilisé par dérogation: le rouleau peut être utilisé sur un projet s'il est approuvé par le client.

4.2.12 Garantie

Les géomembranes de polyéthylène seront garanties contre les défauts de fabrication pour une durée d'au moins cinq (5) ans. (Voir **Annexe 2**)

4.3 Installation des géomembranes

4.3.1 Inspection des matériaux

Avant le transport des matériaux, le contrôleur de qualité (CQ) du propriétaire procédera à un échantillonnage des matériaux et faire tester par un laboratoire indépendant les propriétés des matériaux pour vérifier leur conformité aux spécifications techniques de ce document (Voir **Annexe 1**).

Dès l'arrivée au chantier, le CQ et l'installateur doivent documenter et relever toute l'information nécessaire en ce qui concerne le matériel livré sur le site. Le CQ et l'installateur doivent vérifier l'inventaire complet des matériaux géosynthétiques et noter tout dommage apparent. Tous les rouleaux endommagés devront être séparés du reste de l'inventaire si possible. La vérification de l'inventaire est faite à l'aide du bon d'expédition du manufacturier ou du formulaire « inventaire des matériaux », tel qu'indiqué à l'annexe.

Le CQ du propriétaire ainsi que l'installateur sont responsables de vérifier que les rouleaux soient entreposés et protégés adéquatement. « **Conditionnement et Entreposage des Matériaux** » tel qu'indiqué à l'annexe.

4.3.2 Livraison, entreposage et manutention

Avant le déchargement, l'équipement de manutention sera inspecté pour vérifier qu'il n'endommagera pas les géosynthétiques. Des élingues non métalliques ou autre équipement approprié sera utilisé pour la manipulation du matériel.

L'aire d'entreposage sera relativement plate, sèche et bien drainée. L'aire d'entreposage aura préalablement été inspectée pour vérifier qu'elle est exempte de pierres ou autres objets pouvant couper ou perforer les matériaux géosynthétiques. L'inspection de déchargement sera effectuée par le CQ du propriétaire. L'aire d'entreposage sera sécuritaire afin de prévenir le vol ou le vandalisme et aménagée afin que les rouleaux ne soient pas endommagés par les véhicules circulant à proximité. Les rouleaux de géomembranes ne requièrent pas de protection contre les intempéries.

4.3.3 Préparation des assises

Le contracteur général est responsable de la préparation, de l'entretien et de l'assèchement de la surface à couvrir par la couche de géomembrane.

Les surfaces à recouvrir seront lisses et exemptes de débris, racines et de pierres angulaires ou pointues. Le matériel de remblai sera constitué de matériaux calibrés, libres de matières organiques, débris et autres matériaux indésirables qui pourraient causer des dommages à la géomembrane. Les derniers 150 mm de l'infrastructure ne contiendront aucun débris ou pierre de dimension supérieure à 12.5 mm (1/2 po).

L'infrastructure sera compactée en accord avec les spécifications techniques,

mais jamais à un degré moindre que celui requis pour avoir une fondation solide permettant le mouvement des véhicules et l'équipement de soudure sans causer d'affaissements ou autres effets indésirables.

L'infrastructure ne comportera aucun changement de pente abrupte. L'infrastructure devra être protégée contre l'assèchement, les inondations et le gel. La protection, si requise, pourra être un polyéthylène mince ou tout autre matériau approuvé par le propriétaire ou son représentant. Cette protection devra être installée sur toute la surface de l'infrastructure qui est prête à recevoir la géomembrane. Les zones présentant des fissures de plus de 12.5 mm (1/2") en largeur ou profondeur, dûes à l'assèchement, ou qui présentent des gonflements ou bosses ou autres conditions similaires seront retravaillées pour enlever ces défauts.

L'installateur produira un certificat d'acceptation des assises, qu'il remettra au propriétaire et/ou au représentant du contracteur. Cette acceptation des assises se limitera à la surface recouverte durant une journée en particulier. Toute réparation à une surface déjà acceptée demeurera sous la responsabilité du contracteur général. Un exemple de certificat d'acceptation des assises est inclus en annexe.

4.3.4 Plan d'installation

Avant la réalisation d'un projet, l'installateur élaborera un plan de déploiement indiquant la localisation de chaque panneau de géomembrane. Ce plan de déploiement est fourni à titre d'information seulement et est généralement basé sur les plans et spécifications du projet.

Pendant l'installation de la géomembrane, l'emplacement des panneaux peut être différent de ce qui est indiqué sur le plan de déploiement. L'emplacement réel de la géomembrane est montré dans le plan du projet tel que construit. Toute l'information montrée sur le plan tel que construit est recueillie par le CQ du propriétaire ainsi que l'installateur lors des travaux d'installation. Le plan tel que construit montre l'emplacement des panneaux, leur identification, les réparations et l'emplacement des essais destructifs.

4.3.5 Identification des panneaux

Chaque panneau installé possède un numéro distinctif. Le système d'identification des panneaux est basé sur le numéro de rouleau du manufacturier, suivi d'une lettre montrant l'ordre chronologique de déploiement. Chaque panneau est identifié par son numéro sur le plan, ainsi que directement sur le panneau au chantier.

4.3.6 Mise en place

Une attention particulière doit être prise lors de l'installation du panneau afin de ne pas endommager la géomembrane ni les assises. La circulation, pédestre ou par véhicule, doit être réduite au minimum sur tous les matériaux géosynthétiques. Personne ne doit marcher sur la géomembrane avec des chaussures pouvant percer, rayer ou causer tout autre dommage à la géomembrane.

Lors de l'installation des panneaux, un ancrage et un lesté adéquat doit être utilisé afin de prévenir un soulèvement de la géomembrane par le vent (sac de sable ou autre). Un matériel de recouvrement (lorsqu'applicable) doit être installé dès que l'installation, les vérifications et les réparations ont été complétées; ce qui réduit grandement le risque de soulèvement de la géomembrane par le vent sur de grandes surfaces installées.

4.3.7 Conditions météorologiques

Les panneaux de géomembranes ne doivent pas être déployés et laissés sans être soudés toute la nuit. Cependant, si les conditions météorologiques sont incertaines ou inadéquates pour la soudure, aucune géomembrane ne devra être déployée. Les températures extrêmes, un haut taux d'humidité, la pluie, etc., sont toutes des conditions non favorables pour la soudure. L'installateur et le CQ du propriétaire détermineront si la soudure peut être exécutée afin d'obtenir une soudure de qualité.

4.3.8 Équipement pour l'installation

4.3.8.1 Équipement de soudure

Tout l'équipement de soudure aura des indicateurs de température, soit sur la buse (nozzle) pour la soudeuse à extrusion ou sur le sabot (wedge) de la soudeuse à sabot.

Les équipements seront en nombre suffisant pour ne pas causer de délais et seront alimentés par une source d'énergie capable de fournir un voltage constant à tous les équipements. Seules des génératrices montées sur roues pourront circuler sur la géomembrane.

4.3.8.2 Poinçon (punch press)

Un poinçon sera utilisé pour la préparation d'échantillons sur le site. Le poinçon sera capable de couper des échantillons en accord avec la norme ASTM D4437.

4.3.8.3 Tensiomètre

Un tensiomètre sera utilisé pour vérifier le cisaillement et le pelage sur les soudures faites au site. Le tensiomètre sera fonctionnel, construit selon les spécifications ASTM et accompagné d'un certificat de calibration de l'année courante. Le tensiomètre sera équipé

d'un moteur et aura des mâchoires capables de progresser à un rythme de 50.8 mm par minute. Il sera équipé d'une cellule de charge qui mesure la force exercée entre les mâchoires en livres sur un lecteur digital.

4.3.8.4 Boîte à vide

Une boîte à vide sera utilisée pour les essais in-situ des soudures de géomembranes. La boîte à vide aura panneau supérieur en verre et un joint en néoprène sur le périmètre inférieur ouvert. La boîte sera de fabrication rigide et équipée d'une valve et d'un manomètre et une connection pour tuyau de pompe à vide. L'équipement sera capable de produire et maintenir un vacuum de 34.5 kPa (5 psi).

4.3.8.5 Manomètre et pompe à air

Une pompe à air capable de maintenir une pression de 245 kPa (35 psi) et un manomètre avec une lecture minimale de 245 kPa (35 psi).

4.3.8.6 Équipement divers

Le petit outillage inclura des couteaux à lames avec crochets, des ciseaux avec pointes arrondies et des rouleaux en silicone ou en caoutchouc. Si requis, un transformateur sur chaque génératrice assurera un voltage constant aux équipements de soudure.

4.3.9 Soudures

Généralement, toutes les soudures doivent être orientées parallèlement à la pente. La soudure de raccordement (perpendiculaire à la pente) ne doit pas se trouver à l'intérieur de cinq (5) pieds du bas de talus. Le CQ du propriétaire et l'installateur devra noter toutes les procédures de soudure en utilisant le formulaire de procédure de soudures montré en annexe. La documentation de la procédure de soudure inclut le numéro de la soudure, la date et l'heure de soudure, le nom du technicien, la longueur de la soudure et une référence reliée aux calibrations.

L'installateur doit s'assurer que la surface de soudure est exempte de saleté, d'eau et de tout autre matière pouvant affecter la qualité de la soudure. Toutes les intersections ("T" seams) doivent être extrudées afin de procurer une étanchéité adéquate. Le plus souvent possible, l'installateur devra couper un coupon de 25 mm (1") de largeur à la fin de la soudure et le tester en pelage.

Si le spécimen échoue, la machine à souder doit être arrêtée immédiatement. La zone défaillante doit être délimitée par l'installateur et réparée adéquatement. Une nouvelle calibration sera exigée pour que la soudure puisse recommencer.

4.3.9.1 Essais de soudure

Des essais de soudure seront réalisés sur des échantillons de géomembranes pour vérifier les opérations de soudure et la performance des méthodes et conditions de soudure. Un minimum de deux (2) essais de soudure par jour ou par quart de travail par appareil de soudure seront réalisés. Un (1) essai avant le début du travail et un (1) au milieu de la journée ou du quart de travail. Les soudures d'essais seront effectuées sous les mêmes conditions de surface et environnementales que les soudures de production (c.a.d., en contact avec l'infrastructure de la géomembrane et une température ambiante similaire). Le CQ peut exiger une nouvelle calibration, lorsque les conditions météorologiques varient considérablement.

L'échantillon aura au moins 1 000 mm de longueur et 300 mm de largeur avec la soudure centrée sur la longueur.

Dix (10) sous-échantillons de 25 mm (1 po) de large par 150 mm de long seront prélevés à partir de l'échantillon principal. Cinq (5) sous-échantillons seront testés in-situ pour la résistance en pelage et cinq (5) en cisaillement. (ASTM D 6392). Quatre (4) de chacun des cinq (5) sous-échantillons doivent rencontrer les exigences en pelage et en cisaillement, (Voir **Tableau 2**) et avoir un type de rupture "Film Tear Bond" (FTB) (voir l'annexe pour les types de rupture FTB).

Pour une soudure de type double fusion, les deux (2) soudures seront testées individuellement et les deux (2) devront être conformes aux spécifications.

Les essais en calibration sont testés et approuvés par le contrôleur de qualité. Le contrôleur de qualité doit documenter chaque essai de calibration avec l'information qui suit:

- échantillon (essai de soudure) (marque verte)
- le numéro de calibration;
- les paramètres de soudure (vitesse et température);
- le nom du technicien;
- le numéro de l'équipement;
- la date et l'heure;
- les résultats en pelage et en cisaillement, etc.

TABEAU 2
MATÉRIAUX ET VALEURS MINIMALES ACCEPTABLES
ESSAIS DE SOUDURE ¹ SUR GÉOMEMBRANES

Essai	ÉPAISSEUR mm (mils)			
	1.0 (40)	1.5 (60)	2.0 (80)	2.5 (100)
HDPE				
Cisaillement (kN/n) ³	14	21	28.04	35.04
Pelage ³				
Soudure par fusion (kN/m) ²	10.52	15.92	21.2	26.44
Soudure par extrusion (kN/m)	9	13.6	18.2	22.8
LLDPE				
Cisaillement (N/25 mm) ³	10.52	15.76	21	26.28
Pelage ³				
Soudure par fusion (kN/m) ²	8.76	13.12	17.52	21.88
Soudure par extrusion (kN/m)	7.6	11.6	15.4	20

¹ Réf : *Geosynthetic Research Institute Test Method GM 19 – Seam Strength and Related Properties of Thermally Bonded Polyolefin Geomembranes – Rév 15 mai 2003*

² Soudures par sabot, air chaud et par ultrasons.

³ Valeurs indiquées pour résistances cisaillement et pelage sont pour 4 échantillons sur 5; le 5^e échantillon peut être à 80% des valeurs indiquées.

4.3.9.2 Préparation pour la soudure

La numérotation des soudures sera compatible avec le système d'identification des panneaux.

Le CQ du propriétaire documentera toutes les procédures de soudure en utilisant le formulaire en annexe. La documentation in-situ des procédures de soudure inclura :

- le numéro de soudure
- la date et l'heure de la soudure
- le nom du technicien soudeur
- la longueur de soudure et
- une référence à l'essai de soudure correspondant (calibration).

Les plis au droit des chevauchements pour la soudure seront coupés afin d'avoir un chevauchement plat. Les plis découpés seront soudés à l'endroit où le chevauchement est plus de 76 mm (3 po). Quand il y a moins de 76 mm de chevauchement, une réparation consistant en une pièce ovale ou ronde s'étendant à un minimum de 150 mm (6 po) dans chaque direction à partir du point de découpage sera utilisée.

Les soudures seront réalisées seulement quand la température ambiante est entre 0 °C et 43.3 °C telle que mesurée 150 mm (6 po) au-dessus de la géomembrane à moins d'indication contraire ou entente avec le CQ ou le représentant du propriétaire.

Pour des températures en dessous de 0 °C, les procédures suivantes s'appliqueront :

Quand le temps est dégagé et ensoleillé avec des vents légers (16 km/h et moins) la soudure par sabot peut être réalisée à une température ambiante entre 0 °C et -9.5 °C (la température de la géomembrane est habituellement plus élevée que la température ambiante à cause du soleil) sans provisions supplémentaires autres que l'ajustement de la soudeuse. Les températures de soudure et la vitesse de la soudeuse sont ajustées pour tenir compte de temps nuageux et des vents plus forts (jusqu'à 40 km/h).

Pour des températures entre -9.4 °C et -15 °C, d'autres méthodes de préchauffage de la géomembrane, autre que celui fourni par la soudeuse, sont requis. Les types de préchauffage (chaufferettes, abris temporaires ou combinaison des deux) seront déterminés selon les conditions spécifiques à chaque projet.

Les données suivantes sont mesurées et enregistrées :

- Température de la géomembrane (thermomètre de surface de contact)
- Température ambiante (150 mm au dessus de la géomembrane)
- Température du sabot durant la soudure
- Vitesse du sabot de soudure
- Température de consigne du sabot de soudure

La température du sabot durant la soudure doit être suivie et enregistrée. Après le début d'une soudure la température est suivie et enregistrée à tous les 6.1 m (20 pi) pour les 18.3 m (60 pi) ou jusqu'à ce que la température du sabot semble stable. Une fois que la température du sabot est stabilisée la température est

enregistrée à toutes les quinze (15) minutes.

Aucune soudure ne sera effectuée s'il neige, s'il y a du verglas ou de la pluie. La glace et la neige doivent être enlevées de la géomembrane avant de procéder à la soudure.

L'enlèvement de la neige est la responsabilité du propriétaire ou de l'entrepreneur général.

Des souffleuses à neige sont habituellement utilisées pour enlever la partie supérieure,

laissant 50 à 76 mm (2 à 3 po) au-dessus de la géomembrane qui seront enlevés à la main avec des pelles en plastique ou des balais.

L'installateur doit s'assurer que la zone à souder est propre et sèche et libre de tout objet qui pourrait affecter la qualité de la soudure. Toutes les intersections de panneaux (soudures en T) seront soudées par extrusion pour assurer un bon scellement. Aussi souvent que possible l'installateur découpera un échantillon de un (1) pouce au bout de chaque soudure et effectuera un essai d'adhésion au pelage. Si l'échantillon échoue l'essai, la soudure avec l'équipement utilisé sera arrêtée immédiatement. La zone défectueuse sera délimitée et réparée. Un nouvel essai de soudure sera requis pour reprendre la soudure.

4.3.10 Procédures de soudures

4.3.10.1 Soudure par fusion avec sabot

La méthode de soudure la plus utilisée est la soudure au sabot. Cette pièce d'équipement automatisée procure une plus grande vitesse de soudure, ainsi qu'une plus grande consistance dans la soudure.

Préalablement à la soudure, les panneaux adjacents sont chevauchés de 127 mm (5 po) à 150 mm (6 po), permettant une soudure par double fusion adéquate et laissant assez de matériel pour effectuer les essais de cisaillement et pelage sur des échantillons de la soudure. Ces soudures contiennent un canal d'air qui permet un contrôle par pressurisation de la soudure (voir **Fig. 1**).

La machine à souder sera alignée et la température pré-réglée (325 ° C à 400 ° C, dépendant de l'épaisseur du matériel). La vitesse d'avancement est réglée aussi en fonction de l'épaisseur du matériel.

Lorsque la machine à souder opère adéquatement, une soudure d'essai est

réalisée sur des bandes de géomembrane et ensuite testée selon les spécifications. Les tests sur l'essai de soudure doivent être conformes avant d'entreprendre la soudure de la géomembrane.

La soudure par fusion est réalisée à l'aide d'un sabot métallique chauffé à la température requise et guidée entre les extrémités chevauchées de panneaux adjacents. Le sabot chauffe à la température requise l'aire des deux (2) panneaux à être joints. Un jeu de rouleaux suit directement derrière le sabot qui exerce la pression requise sur l'aire chauffée pour obtenir la fusion entre les panneaux superposés. L'appareillage de soudure sera automatisé, motorisé et équipé d'indicateurs de température et de pression.

Durant la soudure, l'opérateur s'assurera de maintenir la vitesse et l'alignement approprié.

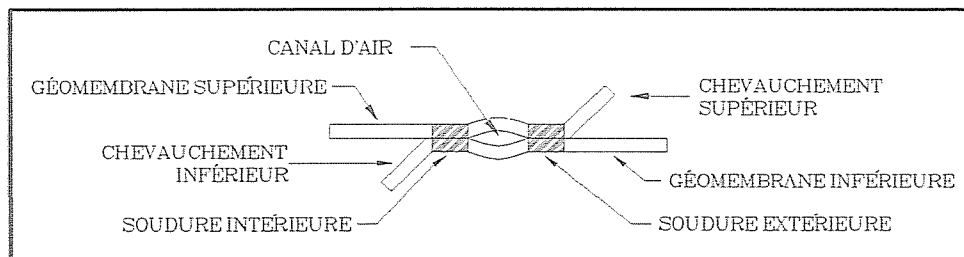


Figure 1 – Soudure double par fusion de géomembrane

4.3.10.2 Soudure par extrusion

Dans les endroits plus difficiles d'accès, tel un coin et pour fermer les réparations là où le sabot ne peut être utilisé adéquatement, un procédé manuel d'extrusion d'un filet de soudure est employé (voir Fig.2). Avant chaque soudure à l'extrusion, la géomembrane doit être au sol afin d'assurer une bonne adhésion du matériel extrudé.

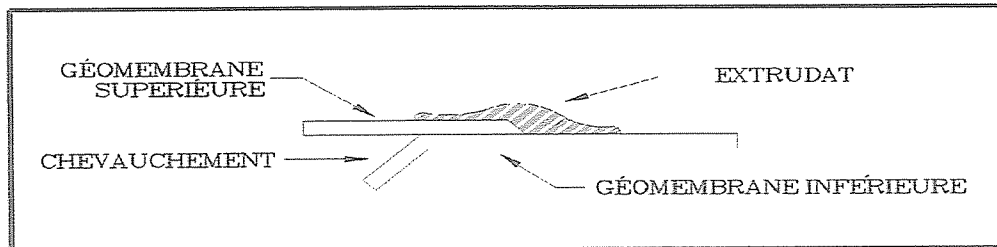


Figure 2 – Soudure par extrusion de géomembrane

Les panneaux adjacents seront joints ponctuellement (tack bonded) en utilisant des procédures qui n'endommageront pas la géomembrane, qui permettront d'effectuer les essais requis et ne seront pas nuisibles à la soudure finale.

L'appareillage de soudure sera libre de tout extrudat ou cordon de soudure dégradé par la chaleur avant de débiter la soudure. Une demie-heure (1/2) ou moins avant d'entreprendre la soudure, la surface de la géomembrane sera sablée, à l'aide d'une sableuse rotative ou autre équipement équivalent, sur une distance maximale de 6 mm (1/4 po) en périphérie de la zone prévue pour la soudure.

Les coins supérieurs des géomembranes de 60 millièmes ou plus seront biseautés à 45 ° avec une meule. Les extrémités de toutes les soudures réalisées depuis plus de cinq (5) minutes seront meulées avant de reprendre la soudure. La profondeur de meulage ne devra pas dépasser 10% de l'épaisseur totale de la géomembrane.

La soudure par extrusion consiste à placer un extrudat chauffé du même matériel que le panneau supérieur du chevauchement préchauffé de deux panneaux adjacents en appliquant simultanément une pression. Le cordon de soudure utilisé sera fabriqué à partir de la même résine que la géomembrane. Le cordon de soudure est fondu à l'intérieur de la soudeuse à extrusion pour former l'extrudat qui est placé sur le chevauchement préchauffé de deux panneaux adjacents. Le préchauffage du panneau est réalisé avec la soudeuse à extrusion.

Les dimensions de l'extrémité en teflon (qui profile l'extrudat fondu) seront vérifiées.

Les contrôles de température sont alors réglés aux températures appropriées et laisse la soudeuse se réchauffer durant environ vingt (20) minutes.

Lorsque l'aire de soudure est prête, la soudeuse est positionnée afin que la buse et l'extrémité en teflon soient à plat. Lors du déplacement de la soudeuse, on s'assurera que la buse de préchauffage est centrée sur l'extrémité du panneau supérieur et est aussi proche que possible du panneau.

Lorsque la machine à souder opère adéquatement, une soudure d'essai est réalisée sur des bandes de géomembrane et ensuite testée selon les spécifications. Les tests sur l'essai de soudure doivent être conformes avant d'entreprendre la soudure de la géomembrane.

Durant la soudure, l'opérateur s'assurera de maintenir la vitesse et l'alignement approprié.

4.3.10.3 Documentation

Pour chaque soudure, le technicien soudeur de l'installateur doit marquer sur la géomembrane ses initiales, son numéro d'équipement et l'heure à laquelle il a débuté la soudure. L'installateur et le CQ noteront ces informations sur le formulaire « Procédures de Soudures », inclut en annexe.

4.3.11 Essais

4.3.11.1 Essais non-destructifs

La continuité de toutes les soudures (100%) doit être inspectée par une méthode non destructive. Ces méthodes incluent la pressurisation et la boîte à vide « vacuum test » (méthode les plus communes pour la géomembrane de polyéthylène). Chaque soudure qui échoue l'un de ces tests est reconstruite ou réparée jusqu'à l'obtention de résultats satisfaisants. Tous les essais non destructifs sont notés sur le formulaire approprié (voir l'annexe).

4.3.11.1.1 Pressurisation

Le test par pressurization est utilisé le plus souvent possible, puisqu'il est moins dépendant de l'observateur, et il représente un test de vérification mécanique supplémentaire sur la soudure (voir **Fig.3**). Ce test consiste à injecter de l'air dans le canal central de la soudure à double fusion, jusqu'à une pression prédéterminée (approximativement 30 psi). Après trois (3) à cinq (5) minutes d'observation, le contrôleur de qualité notera la perte de pression et s'assurera qu'elle est dans les limites requises par le projet. Voir ci-après, le **Tableau 3** pour la pression d'air initiale et la perte de pression maximale. Ce tableau provient du « *Geosynthetic Research Institute's Standard GRI-GM6* »).

L'équipement requis est le suivant :

- Une pompe à air (manuelle ou motorisée) capable de générer et maintenir une pression entre 137.9 à 413.7 kPa (20 à 60 psi) et montée sur un coussinet pour protéger la géomembrane;
- Un tuyau en caoutchouc avec connections et raccords appropriés;
- Une aiguille pointue évidée, ou autre appareil d'apport de pression avec un indicateur en mesure d'indiquer et maintenir une pression entre 0 et 413.7 kPa (0 à 60 psi).

L'essai sera conforme à la procédure suivante :

1. Sceller les deux (2) extrémités de la soudure à tester.
2. Insérer l'aiguille dans le canal créé par la soudure double par sabot.
3. Augmenter la pression de la pompe à air à 207 kPa (30 psi) et maintenir la pression dans les limites indiquées au **Tableau 3**.
4. Fermer la valve et noter la pression initiale.
5. Observer et noter la pression d'air cinq (5) minutes après avoir noté la pression initiale.
6. Si la perte de pression excède les valeurs indiquées au **Tableau 3** ou si la pression ne se stabilise pas, localiser la zone défectueuse et la réparer selon la Section .

Lorsque l'essai par pressurisation est complété, le bout de la soudure opposé à la jauge doit être coupé afin de laisser sortir l'air du canal de la soudure. Si l'air ne sort pas au bout, l'endroit où le canal est bloqué doit être localisé. Si l'obturation ne peut être localisée visuellement, la soudure doit être coupée en sa moitié et testée à nouveau de chaque côté de la coupure. La même opération doit être répétée jusqu'à ce que l'obturation soit localisée. Retirer l'aiguille et sceller l'orifice avec une soudure par extrusion.

Toute l'information concernant les tests de pressurisation (date, heure initiale et pression, heure finale et pression, désignation échec/conforme, et l'identification du technicien) sera notée sur une extrémité de la soudure. Toute l'information ci-haut sera aussi notée sur un formulaire d'essais non-destructifs tels que celui en annexe.

TABLEAU 3
PRESSIONS SUR SOUDURES ET PERTES ADMISSIBLES POUR ESSAIS NON-DESTRUCTIFS
SUR GÉOMEMBRANES

HDPE & Polyéthylène Co extrudé (Lisse et Texturée)			
PRESSION DE DÉPART			PERTE MAXIMALE ADMISSIBLE APRÈS 5 MINUTES
Épaisseur matériel mm (mil)	Pression Minimale kPa (psi)	Pression Maximale kPa (psi)	Perte de Pression kPa (psi)
1.0 (40)	166 (24)	207 (30)	27 (4)
1.5 (60)	186 (27)	207(30)	21 (3)
2.0 (80)	207 (30)	241 (35)	14 (2)
2.5 (100)	207 (30)	241 (35)	14 (2)
LLDPE (Lisse et Texturée)			
PRESSION DE DÉPART			PERTE MAXIMALE ADMISSIBLE APRÈS 2 MINUTES
Épaisseur matériel mm (mil)	Pression Minimale kPa (psi)	Pression Maximale kPa (psi)	Perte de Pression kPa (psi)
0.5 (20)	70 (10)	138 (20)	35 (5)
0.75 (30)	104 (15)	173 (25)	35 (5)
1.0 (40)	138 (20)	207 (30)	27 (4)
1.25 (50)	173 (25)	241 (35)	27 (4)
1.5 (60)	173 (25)	241 (35)	21 (3)

**Réf : Geosynthetic Research Institute Test Method GM 6 – Standard Practice for
 Pressurized Air Channel Test for Dual Seamed Geomembranes – rev 1994**

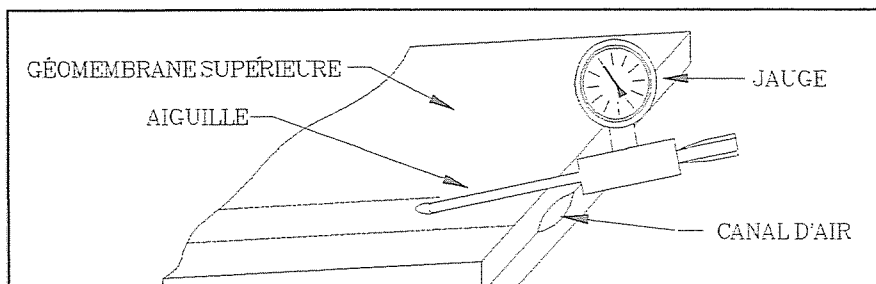


Figure 3 – Essai par pressurisation de joints sur géomembranes

4.3.11.1.2 Procédure pour essai de pressurisation non-conforme

Si la soudure ne retient pas la pression, il faut vérifier que les deux bouts soient bien scellés et tester à nouveau. Si la soudure ne retient toujours pas la pression et que la fuite ne peut être localisée visuellement, découper un échantillon de 25 mm (1 po) à chaque extrémité de la soudure. Effectuer un essai de pelage destructif sur chaque échantillon en utilisant le tensiomètre.

Si les deux (2) échantillons passent le test destructif, enlever le chevauchement extérieur (overlap) et faire le test avec la boîte à vide sur toute la longueur de la soudure.

Si une fuite est détectée par le test à vide, réparer avec des filets de soudure à extrusion. Tester la réparation avec la boîte à vide.

Si aucune fuite n'est découverte avec la boîte à vide, la soudure sera considérée comme ayant réussi l'essai non-destructif.

Si un ou plusieurs échantillons de pelage sont non-conformes, des échantillons additionnels seront prélevés selon la section **Procédure pour essai destructif non-conforme**.

Lorsque deux (2) échantillons conformes sont localisés, la longueur de soudure située entre ces deux (2) échantillons sera considérée non-conforme. Le chevauchement laissé par le sabot de la soudeuse sera chauffé de manière ponctuelle (heat tacked) sur toute la longueur de la soudure et la section non-conforme de la soudure sera soudée par extrusion.

Tester toute la longueur de la soudure réparée avec la méthode de boîte ou chambre à vide.

4.3.11.1.3 Chambre à vide "Vacuum Testing"

Cette méthode est utilisée sur des soudures par extrusion, ou lorsque la géométrie d'une soudure ne permet pas l'utilisation de la méthode par pressurisation, ou pour localiser une fuite tel que décrit précédemment.

L'équipement suivant sera utilisé pour l'essai à vide :

- Chambre à vide composée d'un boîtier rigide avec une bordure en néoprène fixée au périmètre inférieur ouvert, un panneau supérieur en verre, un manomètre sur le côté et une connection pour tuyau de pompe à vide.
- Pompe à vide ou assemblage Venturi équipé d'un contrôle de pression et connection de tuyau.
- Un tuyau en caoutchouc avec connections et accessoires.
- Seau avec solution savonneuse. (1 oz de savon par gallon d'eau).

La procédure suivante sera suivie pour l'essai à vide :

- Découper tout excédent de chevauchement de la soudure.
- Appliquer une quantité généreuse de solution savonneuse sur la zone à être testée.
- Placer la chambre à vide sur la zone à être tester et s'assurer que le joint en néoprène est bien ajusté contre la section trempée.
- Fermer la valve d'évacuation d'air et ouvrir la valve à vide.
- Appliquer un vacuum minimum de 34.5 kPa (5 psi) tel qu'indiqué sur le manomètre sur la chambre.
- À 34.5 kPa ou 5 psi de pression négative la chambre devrait se joindre automatiquement à la géomembrane. S'assurer qu'un joint étanche se soit formé.

- Durant environ 10 secondes examiner la géomembrane à travers le panneau de verre pour y détecter la présence de bulles de savon.
- Après ce délai, fermer la valve de vacuum et ouvrir la valve d'évacuation. Déplacer la chambre sur la zone adjacente avec un minimum de 76 mm (3 po) de chevauchement et répéter le processus. (Voir Fig. 4 et 5).

Des marques permanentes seront inscrites sur les zones testées de la géomembrane indiquant :

- no d'identification de la personne ayant effectué l'essai
- date
- échec ou réussite de l'essai

Un registre des essais à vide sera maintenu par le CQ du propriétaire et l'installateur sur un formulaire tel qu'indiqué à l'annexe.

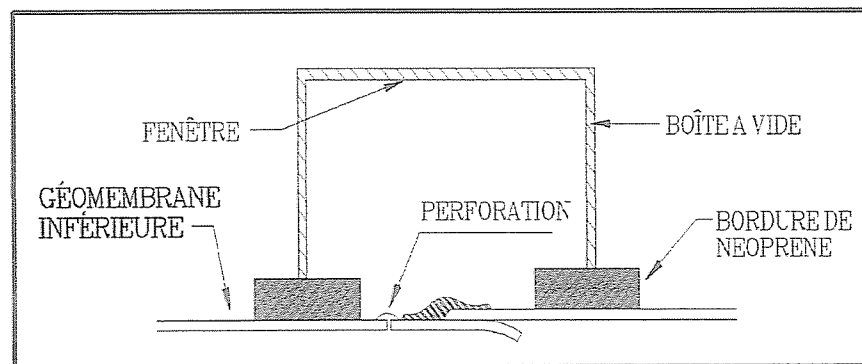


Figure 4 – Essai de la boîte à vide pour joints de géomembranes

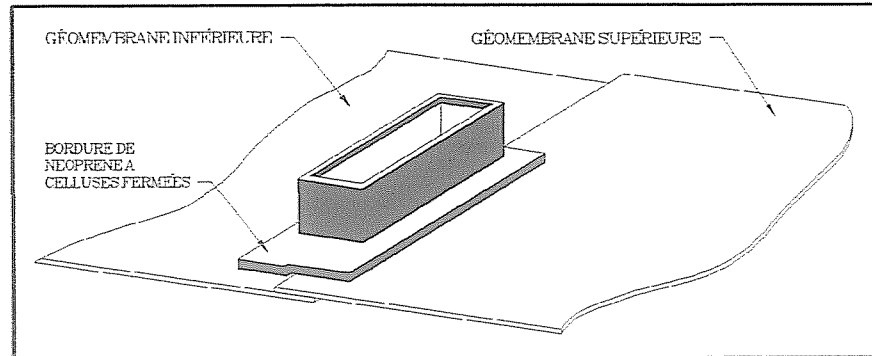


Figure 5 – Essai de la boîte à vide pour joints de géomembrane (vue isométrique)

4.3.11.1.4 Procédure pour essai à vide non-conforme

Marquer toutes les zones où apparaissent des bulles de savon et réparer tel qu'indiquer à la section *Procédures de réparation*.

4.3.11.2 Essais destructifs

Afin d'évaluer une soudure au chantier, un essai destructif doit être prélevé et testé en pelage pour l'adhésion et en cisaillement pour la force. Le CQ du propriétaire enverra un échantillon à un laboratoire indépendant. Les essais destructifs sont marqués à un intervalle de un (1) par 150 mètre de soudure, sauf lorsque spécifié autrement. Cette fréquence est globale pour l'ensemble du projet.

L'emplacement de ces échantillons doit être indiqué par, soit le CQ du propriétaire ou l'installateur. Les échantillons doivent être pris en fonction de minimiser la procédure de réparation et, si possible, à des endroits où elle ne sera pas nécessaire (ex: dans la tranchée d'ancrage). Une attention particulière doit être prise afin que tous les essais destructifs coupés de la géomembrane soient réparés ou couverts le jour même afin de prévenir d'éventuels dommages aux assises par des pluies ou des vents violents. Le CQ du propriétaire doit vérifier et aviser l'installateur de l'emplacement de chaque essai destructif afin qu'ils soient tous réparés le même jour.

Les échantillons pour essais destructifs devraient être prélevés et testés le plus tôt possible après la soudure, généralement le même jour, afin de recevoir les résultats d'essais au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Tous les essais destructifs seront notés avec :

- la date et l'heure
- la localisation de soudure
- le numéro de la soudure
- résultats d'essai

sur le formulaire en annexe.

Toutes les localisations d'essais destructifs seront marquées de façon permanente sur la géomembrane avec la mention échec ou réussite.

L'échantillon devrait être de 300 mm (12 po) de largeur par 1 000 mm de long avec la soudure centrée sur la longueur de l'échantillon. L'échantillon pourra être plus grand si requis par le laboratoire indépendant du propriétaire.

L'échantillon sera coupé en trois (3) parties égales pour distribution à :

- l'installateur de géomembrane
- le laboratoire indépendant du propriétaire
- le CQ du propriétaire pour archivage

Découper les échantillons aux endroits convenus entre le CQ du propriétaire et l'installateur. Avant de recouvrir la géomembrane avec la couche subséquente de géosynthétique, les essais de laboratoire seront tous conformes.

Réparer immédiatement tous les trous résultant des échantillons pour essais destructifs. La continuité de la réparation sera testée par l'essai à vide.

L'installateur doit tester cinq (5) sous-échantillons de 25 mm de largeur par 150 mm de longueur chacun en pelage et cinq (5) en cisaillement. (ASTM D 6392). Quatre (4) de chacun des cinq (5) sous-échantillons doivent rencontrer les exigences en pelage et en cisaillement, (Voir **Tableau 4**) et avoir un type de rupture "Film Tear Bond" (FTB) (voir l'annexe pour les types de rupture FTB).

Pour une soudure de type double fusion, les deux (2) soudures seront testées individuellement et les deux (2) devront être conformes aux spécifications.

Si un échantillon du site n'est pas conforme, on supposera alors que l'échantillon expédié au laboratoire ne sera pas conforme à l'essai destructif.

De même, si l'échantillon expédié au laboratoire est non-conforme on supposera que l'essai destructif en chantier est non-conforme.

Les échantillons pour essais destructifs ainsi que les échantillons d'essai de soudure seront identifiés de la façon suivante :

- a) échantillon pour essai destructif (marque rouge)
- b) nom et numéro du projet
- c) date de soudure de l'échantillon
- d) épaisseur de la géomembrane
- e) numéro d'échantillon ou de soudure, si applicable
- f) nom du soudeur
- g) numéro de la soudeuse
- h) température ambiante

Les échantillons seront testés en cisaillement et pelage (ASTM D 6392). Les valeurs minimales de résistance pour ces essais sont indiquées ci-bas.

TABLEAU 4
MATÉRIAUX ET VALEURS MINIMALES ACCEPTABLES ¹ POUR ESSAIS DESTRUCTIFS SUR
GÉOMEMBRANES

Essai	ÉPAISSEUR mm (mils)			
	1.0 (40)	1.5 (60)	2.0 (80)	2.5 (100)
HDPE				
Cisaillement (kN/n) ³	14	21	28.04	35.04
Pelage ³				
Soudure par fusion (kN/m) ²	10.52	15.92	21.2	26.44
Soudure par extrusion (kN/m)	9	13.6	18.2	22.8
LLDPE				
Cisaillement (N/25 mm) ³	10.52	15.76	21	26.28
Pelage ³				
Soudure par fusion (kN/m) ²	8.76	13.12	17.52	21.88
Soudure par extrusion (kN/m)	7.6	11.6	15.4	20

¹ Réf : *Geosynthetic Research Institute Test Method GM 19 – Seam Strength and Related Properties of Thermally Bonded Polyolefin Geomembranes – Rév 15 mai 2003*

² Soudures par sabot, air chaud et par ultrasons.

³ Valeurs indiquées pour résistances cisaillement et pelage sont pour 4 échantillons sur 5; le 5^e échantillon peut être à 80% des valeurs indiquées.

Les échantillons non-conformes seront délimités par deux (2) endroits où les échantillons ont réussi les essais destructifs. Pour les soudures réparées qui excèdent 45.7 mètres (150 pieds), un échantillon prélevé sur la soudure devra aussi réussir les essais destructifs. Lorsqu'un échantillon échoue un essai destructif, des essais additionnels pourraient être requis sur des soudures réalisées par le même soudeur ou le même appareillage ou sur des soudures réalisées durant le même quart de travail.

La procédure décrite dans la section suivante sera suivie afin de localiser les échantillons conformes à être envoyés au laboratoire.

4.3.11.2.1 Procédure pour essai destructif non conforme

Si un essai destructif est non-conforme, des échantillons additionnels seront prélevés de part et d'autre de l'échantillon initial afin de déterminer la longueur de soudure défectueuse. Les échantillons doivent se situer à un minimum de dix (10) pieds dans chaque direction de l'endroit où a été prélevé l'échantillon non-conforme. Effectuer un essai pour résistance au pelage au site. Si les échantillons passent l'essai au site, alors des sous-échantillons peuvent être prélevés et

expédiés au laboratoire pour des essais complets.

Si les échantillons de laboratoire sont conformes, alors réparer la soudure entre les deux (2) endroits où les échantillons sont conformes selon la section **Procédures de réparation**.

Si l'un ou l'autre des échantillons est toujours non-conforme, alors des échantillons additionnels seront prélevés en accord avec la procédure ci haut jusqu'à ce que deux (2) échantillons conformes soient localisés afin d'établir la zone dans laquelle la soudure devrait être reprise.

Toutes les soudures conformes doivent être délimitées par deux (2) endroits où des échantillons ont réussi les essais destructifs en laboratoire.

Dans le cas de soudures réparées excédant 150 pieds consécutifs, un échantillon devra être prélevé dans la zone réparée et devra passer l'essai destructif.

Tous les échantillons de soudures ayant subi un essai destructif seront numérotés et notés sur le formulaire **Essai Destructif** en annexe.

4.3.11.3 Procédures de réparations

La géomembrane sera inspectée visuellement pour les défauts, perforations et tout autre défaut ou dommage subi durant le transport ou le déploiement. La surface de la géomembrane sera propre au moment de l'inspection. Tout défaut sera marqué avec de l'encre indélébile et comportera un numéro de réparation. Chaque endroit suspect sera réparé et testé avec des méthodes non-destructives. La géomembrane ne sera pas recouverte aux endroits qui n'auront pas été réparés.

Toutes les procédures de réparation seront documentées par le CQ du propriétaire et par l'installateur et testées avec une méthode non-destructive. La documentation de toutes les procédures de réparation sera faite selon le formulaire à l' **Annexe 10**.

La géomembrane endommagée sera enlevée et remplacée par une géomembrane acceptable si le dommage ou défaut ne peut être réparé.

Toute portion de géomembrane présentant un défaut ou ne passant pas un essai destructif ou non-destructif sera réparée. Les procédures suivantes peuvent être appliquées :

- Rapiéçage (patching) pour la réparation de gros trous (plus de 9.5 mm (3/8 po diamètre) et des déchirures (plus de 50 mm (2 po) de long), et la contamination par des matières étrangères. Tous les rapiéçages (patches) dépasseront d'au moins (150 mm (6 po)) les extrémités du défaut et les coins des rapiéçages seront arrondis à un rayon d'au moins 76 mm (3 po).
- Abrasion et re-soudage : utilisé pour réparer des petites sections de soudure (moins de 30 cm (12 po) long).
- Soudure ponctuelle : utilisée pour réparer de petites déchirures (moins de 50 mm (2 po) long), perforations mineures ou autres défauts localisés mineurs.
- Recouvrement : utilisé pour réparer de grandes longueurs de soudures en fusion ou par extrusion non-conformes.
- Enlever et remplacer le matériel ou la soudure non-conforme avec du nouveau matériel.

Les réparations seront vérifiées par des méthodes non-destructives décrites ci haut.

Les réparations excédant 45.7 mètres (150 pi) consécutifs requièrent un essai destructif.

En général, le tableau présenté à l'**Annexe 11** devrait être utilisé pour déterminer le type de réparation approprié et la dimension de celle-ci. Ce tableau est basé sur les suggestions de procédure de réparation trouvé dans le « US-EPA Technical Guidance Document, QA and QC for Waste Containment Facilities » (# EPA/600/R-93/182).

5.0 GÉOTEXTILES

5.1 Essais de référence

American Society for Testing and Materials (ASTM)

1. D 3786, Test Method for Hydraulic Bursting Strength of Knitted Goods and Non-woven Fabric-Diaphragm Bursting Strength Tester Method
2. D 4354 Practice for Sampling of Geosynthetics for Testing
3. D 4355 , Test Method for Deterioration of Geotextiles from Exposure to Ultraviolet Light and Water (Xenon-Arc Type Apparatus)
4. D 4491, Test Method for Water Permeability of Geotextiles by the Permittivity Method.
5. D 4533, Test Method for Trapezoid Tearing Strength of Geotextiles.
6. D 4632, Test Method for Breaking Load and Elongation of Geotextiles (Grab Method).
7. D 4751, Test Method for Determining Apparent Opening Size of a Geotextile.
8. D 4759 Practice for Determining the Specification Conformance of Geosynthetics
9. D 4833, Test Method for Index Puncture Resistance of Geotextiles, Geomembranes, and Related Products.
10. D 5261 Test Method for Measuring Mass per Unit Area of Geotextiles
11. D 6241 Test Method for Static Puncture Strength of Geotextiles and Geotextile Related Product Using a 50-mm Probe

5.2 Fabrication des géotextiles

5.2.1 Généralités

Le manufacturier de géotextile, utilisera des fibres vierges de fournisseurs reconnus internationalement.

Les types de fibres sont habituellement du polypropylène, polyester, ou polyéthylène.

Le type de géotextile est désigné comme non-tissé, aiguilleté puisque ces matériaux sont les plus efficaces pour les applications typiques visées dans cette section.

Les joints entre les sections ou rouleaux de géotextiles pourront être cousus ou soudés par la chaleur ou du type immergé dans la résine .

Le géotextile sera libre de défauts qui pourraient affecter les propriétés spécifiques du géotextile ou sa fonction.

5.2.2 Tests à être effectués par le fabricant de géotextile

Les matières premières ne sont pas utilisées tant que tous les tests en laboratoire ne soient pas complétés et satisfaisants. Tout lot de fibres ne rencontrant pas les exigences spécifiées sera retourné au fournisseur ou dé-gradé.

Chaque fournisseur de fibres soumettra au département de qualité du fabricant de géotextile, pour approbation, l'information des contrôles de qualité montrant les résultats obtenus pour les propriétés suivantes:

TABLEAU 5 PROPRIÉTÉS DES FIBRES POUR GÉOTEXTILES

Propriété	Unités	Valeurs	Méthode d'essai	Fréquence des essais
Densité linéaire	gr/ 9 000 m	5.0 ± 0.5	ASTM D 1907	1/3 636 kg (1/8 000lbs)
Propriétés en tension	gr/ densité linéaire	4.7 ± 0.6	ASTM D 2256	1/3 636 kg (1/8 000lbs)
Allongement	%	80 ± 40	ASTM D 2256	1/3 636 kg (1/8 000lbs)
Ondulation	par po	9.0 ± 3.0	ASTM D 3937	1/3 636 kg (1/8 000lbs)
Longueur de fibre	pouces	4.0 ± 0.3	ASTM D 5103	1/3 636 kg (1/8 000lbs)
Matière extractable	%	0.95 ± 0.3	ASTM D 2257	1/3 636 kg (1/8 000lbs)

5.2.3 Processus de fabrication des rouleaux de géotextiles

L'usine aura une capacité de production de géotextiles suffisante pour fournir les quantités nécessaires au projet sans causer de délais de livraisons.

Les étapes sommaires du contrôle de qualité pour la fabrication des géotextiles est présenté à la **Figure 6**.

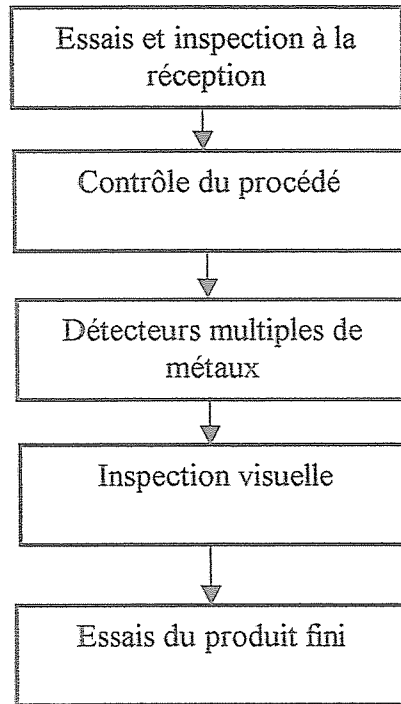


Figure 6 Système de contrôle de qualité de fabrication pour les géotextiles

5.2.4 Fréquence de tests

Le manufacturier de géotextiles utilisera la même fréquence de test pour tous ses matériaux.

5.2.5 Données d'essai et archives

Tous les résultats de tests seront incorporés dans une base de données. C'est à partir de cette base de données que les certificats de contrôle de qualité seront émis. Elle peut aussi générer des rapports spécifiques pour des projets, des types de matériel, des dates de fabrication d'épaisseur, des lots de résine, etc. Toutes ces données permettront la traçabilité des matières premières utilisées versus leur utilisation. Des rapports de données d'essai seront aussi disponibles à la demande de Cintec.

5.2.6 Méthodes d'essai

Le manufacturier de géotextiles emploiera des méthodes d'essai reconnues, publiées par ASTM ou GRI (*Geosynthetic Research Institute, Drexel University*). Les propriétés seront testées selon les méthodes d'essai écrites sur les feuilles de spécifications techniques produites dans cette section. Ces feuilles techniques montrent toutes les routines de test, et les spécifications internes ainsi que les méthodes d'essai de tous les produits. Les spécifications inscrites sont les valeurs minimales du rouleau.

Toute propriété qui n'est pas incluse dans le programme de contrôle de qualité en usine sera certifiée par le manufacturier selon les résultats d'essai d'un laboratoire indépendant.

Le **Tableau 6** indique les méthodes d'essai et les fréquences à respecter.

Les valeurs minimales moyennes par rouleau (MARV¹- *Minimum Average Roll Values*) atteindront ou surpasseront les critères indiqués à l'**Annexe 13**

¹ MARV (*Mean Average Roll Value*) moyenne statistique des valeurs obtenues par rouleau sur le nombre d'échantillons requis selon la méthode .

TABLEAU 6 MÉTHODES ET FRÉQUENCES D'ESSAIS POUR LES GÉOTEXTILES

Propriété	Méthode d'essai	Fréquence d'essai
Masse surfacique	ASTM D 5261	À tous les 7 000 m ²
Épaisseur	ASTM D 5199	À tous les 7 000 m ²
Effort de tension et allongement à la rupture	ASTM D 4632	À tous les 7 000 m ²
Résistance à l'éclatement Mullen	ASTM D 3786	À tous les 7 000 m ²
Résistance à la déchirure trapézoïdale	ASTM D 4533	À tous les 7 000 m ²
Résistance au poinçonnement	ASTM D 4833	À tous les 7 000 m ²
Dimension d'ouverture apparente	ASTM D 4751	1 par lot
Perméabilité,	ASTM D 4491	1 par lot
Résistance aux UV	ASTM D 4355	Par formulation

5.2.7 Identification des rouleaux

Un numéro unique sera donné à chaque rouleau produit, sans égard au type de produit. Le numéro de rouleau est attribué chronologiquement à chaque rouleau produit. Toute la production et les données d'essai relatives à chaque rouleau seront emmagasinées dans la même base de données sous chacun des numéros attribués. Ces informations permettront au fabricant d'effectuer la traçabilité de tous les rouleaux produits.

Chaque rouleau sera identifié avec un minimum de trois étiquettes: une à l'intérieur du tube en carton et les autres directement sur l'emballage du rouleau de géotextile aux extrémités de la feuille. Ces étiquettes montreront les informations suivantes:

- nom du fabricant
- numéro de lot
- numéro de rouleau;
- code du produit,
- dimensions;
- poids;
- date de fabrication.

5.2.8 Manipulation et entreposage des rouleaux

L'équipement utilisé doit permettre de manipuler avec facilité un rouleau de 2 270 kg (5 000 Lbs) et de façon à ne pas l'endommager. Chaque rouleau aura deux élingues en nylon pour permettre au chariot élévateur à fourches, de le manipuler correctement. On aura aussi la possibilité de glisser l'axe en métal d'un chariot élévateur à l'intérieur, pour le transporter.

Chaque rouleau de géotextile sera emballé au complet, incluant les extrémités avec un matériau d'emballage pour le protéger des dommages pouvant être causés durant le transport, les intempéries et le soleil et les contaminants. L'emballage sera conservé durant le transport et l'entreposage.

Pendant leur entreposage les rouleaux de géotextiles seront installés au-dessus du sol et couverts adéquatement pour les protéger des éléments suivants : dommages dus au site des travaux, intempéries, radiations UV prolongées, produits chimiques comprenant des acides forts ou produits basiques forts, flammes provenant d'étincelles de soudure, températures excédant 71°C ainsi que tout autre élément pouvant affecter les propriétés du géotextile.

5.2.9 Allocation des rouleaux

À chaque fois qu'un rouleau est prêt à être expédié, il doit être inspecté visuellement avant que son allocation ne soit faite pour le transport.

5.2.10 Matériel non-conforme

Tout matériel montrant des dommages comme des trous, des matières premières mal dispersées et autres défauts, doit être identifié non-conforme et entreposé à l'écart des autres rouleaux. Tous les matériaux identifiés défectueux doivent être évalués de façon à déterminer l'étendue de la surface endommagée. Suivant l'évaluation de chaque rouleau, il sera classifié comme:

- Rejeté: le rouleau est alors haché en petits morceaux et incorporé à la production à un taux maximum permis par le devis.
- Dommage localisé: la surface endommagée est coupée et le rouleau peut être utilisé s'il est approuvé par le client.

- Déclassé: le rouleau est utilisé à un grade inférieur de celui pour lequel il a été produit à l'origine. Aucun dommage apparent sur le rouleau, sauf s'il ne rencontre pas les spécifications pour l'épaisseur correspondante.
- Utilisé par dérogation: le rouleau peut être utilisé sur un projet s'il est approuvé par le client.

5.3 Certificats de contrôle de qualité

Au moins deux (2) semaines avant le début des travaux, l'installateur de géosynthétiques fournira à l'inspecteur en contrôle de qualité (ICQ) des copies de données de fabrication et du certificat confirmant que les géotextiles livrés au site rencontrent les spécifications de cette section. Ce certificat inclura :

- Numéro de rouleau et identification
- Procédures d'échantillonnage et fréquences, et
- Résultats des contrôles de qualité, incluant une description des méthodes utilisées.

Le matériel non certifié sera enlevé et remplacé sans frais pour le Propriétaire.

L'ICQ examinera les certificats du manufacturier afin de vérifier que les propriétés physiques indiquées sur les certificats rencontrent ou dépassent les exigences du manufacturier et des spécifications techniques. (Voir **Annexe 13**). Les déviations seront rapportées au Propriétaire.

À la demande du Propriétaire, des essais additionnels pourront être effectués sur les géotextiles par un laboratoire de son choix afin de valider la conformité des matériaux.

5.4 Manutention et installation

5.4.1 Inspection des matériaux

Dès l'arrivée au chantier, le CQ et l'installateur doivent documenter et relever toute l'information nécessaire en ce qui concerne le matériel livré sur le site. L'ICQ et l'installateur doivent vérifier l'inventaire complet des matériaux géosynthétiques et noter tout dommage apparent. Tous les rouleaux endommagés devront être séparés du reste de l'inventaire si possible. La vérification de l'inventaire est faite à l'aide du bon d'expédition du manufacturier ou du formulaire « inventaire des matériaux », tel qu'indiqué à l'annexe.

L'ICQ du propriétaire ainsi que l'installateur sont responsables de vérifier que les rouleaux soient entreposés et protégés adéquatement. « Conditionnement et Entreposage des Matériaux » tel qu'indiqué à l'annexe.

5.4.2 Livraison, entreposage et manutention

Avant le déchargement, l'équipement de manutention sera inspecté pour vérifier qu'il n'endommagera pas les géosynthétiques. Des élingues non métalliques ou autre équipement approprié sera utilisé pour la manipulation du matériel.

L'aire d'entreposage sera relativement plate, sèche et bien drainée. L'aire d'entreposage aura préalablement été inspectée pour vérifier qu'elle est exempte de pierres ou autres objets pouvant couper ou perforer les matériaux géosynthétiques. L'inspection de déchargement sera effectuée par le CQ du propriétaire. L'aire d'entreposage sera sécuritaire afin de prévenir le vol ou le vandalisme et aménagée afin que les rouleaux ne soient pas endommagés par les véhicules circulant à proximité.

Tous les géotextiles doivent être manipulés dans le but de s'assurer qu'ils ne seront pas endommagés. Une attention spéciale doit être prise pour ne pas endommager les assises ou autres couches de géosynthétiques lors du déploiement du géotextile. Aucun véhicule ne devra circuler directement sur le géotextile.

Les exigences particulières suivantes seront suivies pour l'installation .

5.4.3 Installation sur pentes

Le géotextile sera confiné dans la tranchée d'ancrage et ensuite déroulé sur la pente lorsque c'est pratique de le faire. Le géotextile doit être installé en une longueur continue de la tranchée d'ancrage jusqu'à 3.0 m au delà du pied de la pente. Tous les joints seront orientés dans le sens de la pente. Le géotextile sera toujours déployé de manière à le maintenir continuellement en tension suffisante pour éviter la formation de plis et de rides.

5.4.4 Vent

En présence de vent, tous les géotextiles seront lestés avec des sacs de sable ou dispositifs similaires.

5.4.5 Découpage

Les géotextiles seront découpés avec un couteau approprié. Si le matériau est coupé en place, une attention particulière doit être apportée pour ne pas endommager les autres géosynthétiques.

5.4.6 Matières étrangères et rayons UV

Une attention particulière doit être apportée afin de ne pas emprisonner de pierres ou de poussières en quantité excessive qui pourraient endommager la géomembrane ou causer un blocage des drains ou filtres.

Le géotextile contaminé par de la boue, de la poussière ou de la terre pourraient nécessiter un nettoyage ou être remplacé selon les indications de l'ICQ.

Toute matière étrangère sera enlevée avant le recouvrement du géotextile selon les instructions de l'ICQ.

5.4.6. Matières étrangères et rayons UV (suite)

Les géotextiles se dégradent suivant une exposition aux rayons ultraviolets. La période d'exposition des géotextiles devant être recouverts sera limitée à un maximum de 14 jours.

Les géotextiles devant être exposés à une période plus longue seront stabilisés à l'aide de HALS (*Hindered Amine Light Stabilizers*). (Voir **Annexe 13**)

5.4.7 Chevauchements et joints

Les géotextiles peuvent être joints par couture ou soudés par la chaleur.

Préalablement au jointement les panneaux de géotextile seront chevauchés de 150 mm.

Les joints seront réalisés le long des pentes et non à travers celles-ci ou horizontalement.

Pour la couture, les fils de polymère auront les résistances chimiques identiques ou supérieures à celles du géotextile non-tissé.

5.4.8 Réparations

Pour les réparations sur les géotextiles, se référer au tableau inclus dans l'annexe, "Procédures de Réparations Standards".

6.0. GÉONETS / GÉOCOMPOSITES DE DRAINAGE

6.1 Essais de référence

American Society for Testing and Materials (ASTM)

6.1.1 Géotextile

1. D 3786, Test Method for Hydraulic Bursting Strength of Knitted Goods and Non-woven Fabric-Diaphragm Bursting Strength Tester Method
2. D 4354 Practice for Sampling of Geosynthetics for Testing
3. D 4355 , Test Method for Deterioration of Geotextiles from Exposure to Ultraviolet Light and Water (Xenon-Arc Type Apparatus)
4. D 4491, Test Method for Water Permeability of Geotextiles by the Permittivity Method.
5. D 4533, Test Method for Trapezoid Tearing Strength of Geotextiles.
6. D 4632, Test Method for Breaking Load and Elongation of Geotextiles (Grab Method).
7. D 4751, Test Method for Determining Apparent Opening Size of a Geotextile.
8. D 4759 Practice for Determining the Specification Conformance of Geosynthetics
9. D 4833, Test Method for Index Puncture Resistance of Geotextiles, Geomembranes, and Related Products.
10. D 5261 Test Method for Measuring Mass per Unit Area of Geotextiles
11. D 6241 Test Method for Static Puncture Strength of Geotextiles and Geotextile Related Product Using a 50-mm Probe

6.1.2 Géonet

1. D 1238 Standard Test Method for Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer
2. D 1505 Test Method for Density of Plastics by the Density-Gradient Technique
3. D 4218 Test Method for Determination of Carbon Black Content in Polyethylene Compounds by the Muffle-Furnace Technique
4. D4716 Test Method for Determining the (In-plane) Flow Rate per Unit Width and Hydraulic Transmissivity of a Geosynthetic Using a Constant Head
5. D 5199 Test Method for Measuring Nominal Thickness of Geotextiles and Geomembranes
6. D 5035 Standard Test Method for Breaking Force and Elongation of Textile Fabrics (Strip Method)

6.1.3 Composite

1. GRI GC7 Ply adhesion
2. D4716 Test Method for Determining the (In-plane) Flow Rate per Unit Width and Hydraulic Transmissivity of a Geosynthetic Using a Constant Head

6.2 Fabrication des géonets et géocomposites de drainage

6.2.1 Généralités

Les géonets sont des matériaux fabriqués à partir des mêmes résines de polyéthylène que les géomembranes. Leur fonction étant de permettre le drainage entre deux géosynthétiques, géotextile-géotextile ou géomembrane-géomembrane ou géomembrane-géotextile.

Les géocomposites de drainage sont des géonets sur lesquels on a laminé à chaud un géotextile non-fissé sur un ou deux côtés.

Les sections traitant des géomembranes et des géotextiles s'appliquent intégralement à cette section.

6.2.2 Tests à être effectués par le fabricant de géonets/géocomposites

Pour les tests à effectuer se référer aux sections des géomembranes et géotextiles qui s'appliquent aussi à cette section.

Plus spécifiquement les propriétés pour la résine pour la fabrication des géonets seront testées telles qu'indiquées au tableau suivant et à la même fréquence que pour les géomembranes (voir section sur les géomembranes)

TABLEAU 7 PROPRIÉTÉS DE LA RÉSINE POUR LA FABRICATION DES GÉONETS

Propriétés	Méthode d'essai	PEHD
Densité (g/cm ³)	ASTM D1505	≥0.932
Indice de fluidité (g/10 min)	ASTM D1238 (conditions E et F)	≤ 1.0

Pour les géotextiles, les spécifications de la section précédente s'appliquent.

6.2.3 Processus de fabrication des géonets et géocomposites de drainage

Se référer aux sections précédentes sur les géotextiles et les géomembranes.

6.2.4 Fréquence de tests

Se référer aux sections sur les géomembranes et géotextiles.

6.2.5 Données d'essai et archives

Se référer aux sections sur les géomembranes et géotextiles

6.2.6 Méthodes d'essai

Le fabricant de géonets et géocomposites emploiera des méthodes d'essai reconnues, publiées par ASTM ou GRI (*Geosynthetic Research Institute, Drexel University*). Les propriétés seront testées selon les méthodes d'essai écrites sur les feuilles de spécifications techniques produites dans cette section. Ces feuilles techniques montrent toutes les routines de test, et les spécifications internes ainsi que les méthodes d'essai de tous les produits. Les spécifications inscrites sont les valeurs minimales du rouleau.

Toute propriété qui n'est pas incluse dans le programme de contrôle de qualité en usine sera certifiée par le fabricant selon les résultats d'essai d'un laboratoire indépendant.

Le tableau de l'Annexe 14 indique les méthodes d'essai, les fréquences ainsi que les valeurs à respecter.

6.2.7 Identification des rouleaux

Un numéro unique sera donné à chaque rouleau produit, sans égard au type de produit. Le numéro de rouleau est attribué chronologiquement à chaque rouleau produit. Toute la production et les données d'essai relatives à chaque rouleau seront emmagasinées dans la même base de données sous chacun des numéros attribués. Ces informations permettront au fabricant d'effectuer la traçabilité de tous les rouleaux produits.

Chaque rouleau sera identifié avec un minimum de trois étiquettes: une à l'intérieur du tube en carton et les autres directement sur l'emballage du rouleau de géotextile aux extrémités de la feuille. Ces étiquettes montreront les informations suivantes:

- nom du fabricant
- numéro de lot
- numéro de rouleau;
- code du produit,
- dimensions;

- poids;
- date de fabrication.

6.2.8 Manipulation et entreposage des rouleaux

L'équipement utilisé doit permettre de manipuler avec facilité un rouleau de 2 270 kg (5 000 Lbs) et de façon à ne pas l'endommager. Chaque rouleau aura deux élingues en nylon pour permettre au chariot élévateur à fourches, de le manipuler correctement. On aura aussi la possibilité de glisser l'axe en métal d'un chariot élévateur à l'intérieur, pour le transporter.

Les rouleaux de géonets de polyéthylène n'ont pas besoin d'un emballage protecteur pour l'entreposage extérieur. Les rouleaux de géonets peuvent être généralement empilés jusqu'à 5 de haut, sans que cela n'écrase l'intérieur du rouleau. Ils ne doivent pas être entreposés dans la boue ou dans un endroit où il y a des excès d'eau, ou d'autre genre de matériaux.

Par contre, vu le géotextile laminé sur les géocomposites, chaque rouleau de géocomposite sera emballé au complet, incluant les extrémités avec un matériau d'emballage pour le protéger des dommages pouvant être causés durant le transport, les intempéries et le soleil et les contaminants. L'emballage sera conservé durant le transport et l'entreposage.

Pendant leur entreposage les rouleaux de géocomposites seront installés au-dessus du sol et couverts adéquatement pour les protéger des éléments suivants : dommages dûs au site des travaux, intempéries, radiations UV prolongées, produits chimiques comprenant des acides forts ou produits basiques forts, flammes provenant d'étincelles de soudure, températures excédant 71°C ainsi que tout autre élément pouvant affecter les propriétés du géotextile.

6.2.9 Allocation des rouleaux

À chaque fois qu'un rouleau est prêt à être expédié, il doit être inspecté visuellement avant que son allocation ne soit faite pour le transport.

6.2.10 Matériel non-conforme

Tout matériel montrant des dommages comme des trous, des matières premières mal dispersées et autres défauts, doit être identifié non-conforme et entreposé à l'écart des autres rouleaux. Tous les matériaux identifiés défectueux doivent être évalués de façon à déterminer l'étendue de la surface endommagée. Suivant l'évaluation de chaque rouleau, il sera classifié comme:

- Rejeté: le rouleau est alors haché en petits morceaux et incorporé à la production à un taux maximum permis par le devis.

- **Dommege localisé:** la surface endommagée est coupée et le rouleau peut être utilisé s'il est approuvé par le client.
- **Déclassé:** le rouleau est utilisé à un grade inférieur de celui pour lequel il a été produit à l'origine. Aucun dommege apparent sur le rouleau, sauf s'il ne rencontre pas les spécifications pour l'épaisseur correspondante.
- **Utilisé par dérogation:** le rouleau peut être utilisé sur un projet s'il est approuvé par le client.

6.3 Certificats de contrôle de qualité

Au moins deux (2) semaines avant le début des travaux, l'installateur de géosynthétiques fournira à l'inspecteur en contrôle de qualité (ICQ) des copies de données de fabrication et du certificat confirmant que les géotextiles livrés au site rencontrent les spécifications de cette section. Ce certificat inclura :

- Numéro de rouleau et identification
- Procédures d'échantillonnage et fréquences, et
- Résultats des contrôles de qualité, incluant une description des méthodes utilisées.

Le matériel non certifié sera enlevé et remplacé sans frais pour le Propriétaire.

L'ICQ examinera les certificats du manufacturier afin de vérifier que les propriétés physiques indiquées sur les certificats rencontrent ou dépassent les exigences du manufacturier et des spécifications techniques. Les déviations seront rapportées au Propriétaire.

À la demande du Propriétaire, des essais additionnels pourront être effectués sur les géotextiles par un laboratoire de son choix afin de valider la conformité des matériaux.

6.4 Manutention et installation

Tous les géonets et géocomposites doivent être manipulés dans le but de s'assurer qu'ils ne seront pas endommagés. Une attention spéciale doit être prise pour ne pas endommager les assises ou autres couches de géosynthétiques lors du déploiement des géonets ou géocomposites. Aucun véhicule ne devra circuler directement sur les géonets ou géocomposites. Les exigences particulières suivantes seront suivies pour l'installation .

6.4.1 Installation sur pentes

Le géonet/géocomposite sera confiné dans la tranchée d'ancrage et ensuite déroulé sur la pente lorsque c'est pratique de le faire. Le géonet/géocomposite doit être installé en une longueur continue de la tranchée d'ancrage jusqu'à 3.0 m au delà du pied de la pente. Tous les joints seront orientés dans le sens de la pente. Le géonet/géocomposite sera toujours déployé de manière à le maintenir continuellement en tension suffisante pour éviter la formation de plis et de rides.

6.4.2 Vent

En présence de vent, tous les géonets/géocomposites seront lestés avec des sacs de sable ou dispositifs similaires.

6.4.3 Découpage

Les géonets/géocomposites seront découpés avec un couteau approprié. Si le matériau est coupé en place, une attention particulière doit être apportée pour ne pas endommager les autres géosynthétiques.

6.4.4 Matières étrangères et rayons UV

Une attention particulière doit être apportée afin de ne pas emprisonner de pierres ou de poussières en quantité excessive qui pourraient endommager la géomembrane ou causer un blocage des drains ou filtres.

Le géonet/géocomposite contaminé par de la boue, de la poussière ou de la terre pourraient nécessiter un nettoyage ou être remplacé selon les indications de l'ICQ.

Toute matière étrangère sera enlevée avant le recouvrement du géonet/géocomposite selon les instructions de l'ICQ.

Les géotextiles se dégradent suivant une exposition aux rayons ultraviolets. La période d'exposition des géotextiles devant être recouverts sera limitée à un maximum de 14 jours.

Les géotextiles devant être exposés à une période plus longue seront stabilisés à l'aide de HALS (*Hindered Amine Light Stabilizers*). (Voir **Annexe 13**)

6.4.5 Chevauchements et joints

Chaque composant du géocomposite (géotextile (s) et géonet) seront attachés ou jointés avec leur composant correspondant aux chevauchements.

6.4.5.1 Composant géonet ou géonet seul

Les côtés adjacents des géonets sur la longueur du rouleau de géonet ou géocomposite devraient être chevauchés de 0.1 mètre ou si approuvé par l'ICQ en se basant sur les conditions in-situ, être mis côte à côte. Ces chevauchements seront jointés en attachant les cœurs des géonets avec des attaches de plastique en couleur ou avec des fils de polymères. Les attaches seront espacées de 1.5 mètres sur la longueur du rouleau.

Le jointement des rouleaux de géocomposites (bout à bout) sur la largeur du rouleau devrait être réalisé en chevauchant la partie géonet du géocomposite supérieur sur la partie géonet du géocomposite inférieur d'un minimum de 0.3 mètre perpendiculaire à la largeur du rouleau. Le géonet sera attaché à tous les 0.3 mètre sur la largeur du rouleau et à tous les 0.15 mètre dans la tranchée d'ancrage.

6.4.5.2 Composant géotextile

La composante géotextile inférieure (si applicable) sera chevauchée. La composante géotextile supérieure peut être jointe par couture ou soudée par la chaleur. Préalablement au jointement les panneaux de géotextile seront chevauchés de 0.1 mètre.

6.4.6 Réparations

Pour les réparations sur les géotextiles, se référer au tableau inclus dans l'annexe, "Procédures de Réparations Standards".

7.0. GÉOCOMPOSITES BENTONITIQUES

7.1 Essais de référence

American Society for Testing and Materials (ASTM)

1. D 421 Standard Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle Size Analysis and Determination of Soil Constants.
2. D 4632, Test Method for Breaking Load and Elongation of Geotextiles (Grab Method).
3. D 4643 Determination of Moisture Content of Soil by the Microwave Oven Method
4. D 5084, Standard Test Method for Measurement of Hydraulic Conductivity of Saturated Porous Materials Using a Flexible Wall Permeameter
5. D 5261 , Test Method for Measuring Mass per Unit Area of Geotextiles
6. ASTM D 5889 , Standard Practice for the Quality Control of Geosynthetic Clay Liners
7. D 5887, Measurement of Index Flux through Saturated Geosynthetic Clay Liner Specimens Using a Flexible Wall Permeameter
8. D 5890, Standard Test Method for Swell Index of Clay Mineral Component of Geosynthetic Clay Liners
9. D 5891, Standard Test Method for Fluid Loss of Clay Component of Geosynthetic Clay Liners
10. D 5993, Standard Test Method for Measuring Bentonite Mass per Unit Area of Geosynthetic Clay Liners
11. D 6496, Standard Test Method for Determining Average Bonding Peel Strength Between the Top and Bottom Layers of Needle-Punched Geosynthetic Clay Liners

7.2 Fabrication des géocomposites bentonitiques

7.2.1 Généralités

Les géocomposites bentonitiques (GCB) sont classés en plusieurs types de produits:

- GCB textiles collés;
- GCB textiles aiguilletés;
- GCB textiles cousus;
- GCB films (sur géomembrane PEHD ou LLDPE)
- GCB préhydratés;
- GCB autres.

Cette section couvre les GCB de type textiles.

Les géocomposites bentonitiques comprennent une strate de bentonite ou sodium de bentonite emprisonnée entre deux géotextiles.

Le géotextile du dessous, ou de support sera de type tissé ou non-tissé. Le géotextile de recouvrement ou du dessus sera de type non-tissé.

Les spécifications relatives aux géotextiles et à la bentonite contenus dans le géocomposite bentonitique sont décrits ci-bas.

7.2.2 Bentonite

La bentonite sera de la montmorillonite (sodium de bentonite) en granules. Les fournisseurs de bentonite devront offrir un produit ayant les propriétés décrites au **Tableau 8**.

TABLEAU 8
QUALITÉ DE LA BENTONITE À ÊTRE FOURNIE

Propriété	Valeurs	Méthode d'essai
Indice de gonflement	24 ml / 2g minimum	ASTM D 5890
Perte de liquide	18 ml maximum	ASTM D 5891
Humidité	12 % maximum	ASTM D 4643
Dimension des particules de bentonite	10 % max + 1.19 mm (maille # 16) 10 % max - 0.149 mm (maille # 100)	ASTM D 421

En accord avec la norme ASTM D 5889 *Standard Practice for the Quality Control of Geosynthetic Clay Liners*, la bentonite est échantillonnée pour fins d'assurance qualité à raison de deux (2) échantillons par wagon (1 wagon = 82 à 86 tonnes métriques) ou un minimum d'un échantillon à chaque 45.4 tonnes métriques. Cet échantillonnage correspond à un minimum d'un essai à chaque 9 300 m² (100 000 pi²) vu qu'il y a environ 0.45 kg de bentonite par 0.093 m² (1 lb/pi²).

Les critères de qualité primordiaux à être testés sont l'indice de gonflement et la perte de liquide puisqu'ils ont une influence directe sur la performance hydraulique du composé bentonitique.

La bentonite doit avoir un indice de gonflement minimum de 24 ml/2g. L'essai de l'indice de gonflement détermine les caractéristiques de gonflement du sodium de bentonite en laissant celui-ci gonfler librement dans un cylindre gradué. Un taux supérieur de gonflement est considéré comme un bon indicateur de qualité pour la bentonite.

L'essai de perte de liquide mesure la capacité d'une pâte de bentonite mise sous pression à former un gâteau filtre de basse perméabilité.

Un résumé des essais, fréquences et critères sont présentés au **Tableau 9**.

TABLEAU 9
CRITÈRES D'ASSURANCE QUALITÉ DU MANUFACTURIER DE BENTONITE

Propriété	Méthode d'essai	Fréquence des essais	Valeur
Indice de gonflement	ASTM D 5890	1/50 000 kg	24 ml / 2g minimum
Perte de liquide	ASTM D 5891	1/50 000 kg	18 ml maximum
Humidité	ASTM D 4643	1/50 000 kg	12 % maximum

7.2.3 Géotextile de support tissé

Le géotextile de support tissé répondra aux caractéristiques minimales suivantes :

TABLEAU 10
CRITÈRES D'ASSURANCE QUALITÉ DU MANUFACTURIER DE GÉOTEXTILE DE SUPPORT TISSÉ

Propriété	Méthode d'essai ¹	Fréquence des essais ²	Valeur
Résistance en tension ³	ASTM D 4632	1/20 000 m ²	445 N (100 lb)
Allongement à la rupture ³	ASTM D 4632	1/20 000 m ²	15 %
Masse surfacique	ASTM D 5261	1/20 000 m ²	105 g/m ² MARV ⁴

NOTES:

1. L'essai ASTM est modifié en utilisant cinq (5) échantillons sur la largeur du rouleau. Les résultats reportés sont une moyenne de ces cinq (5) valeurs.
2. La fréquence minimale est de une série d'essais par rouleau de géotextile. La fréquence réelle pourra varier légèrement selon la longueur des rouleaux.
3. Tous les essais en tension sont réalisés avec l'échantillon orienté dans la direction de la machine.
4. MARV (*Mean Average Roll Value*) moyenne statistique des valeurs obtenues par rouleau sur le nombre d'échantillons requis selon la méthode .

7.2.4 Géotextile de recouvrement non-tissé

Le géotextile de recouvrement non-tissé répondra aux caractéristiques minimales suivantes :

TABLEAU 11
CRITÈRES D'ASSURANCE QUALITÉ DU MANUFACTURIER DE GÉOTEXTILE DE
RECOUVREMENT NON-TISSÉ

Propriété	Méthode d'essai ¹	Fréquence des essais ²	Valeur ⁴
Résistance en tension	ASTM D 4632 ³	1/20 000 m ²	89 N (20 lb)
Allongement à la rupture	ASTM D 4632	1/20 000 m ²	100 %
Masse surfacique	ASTM D 5261	1/20 000 m ²	200 g/m ² MARV ⁵

NOTES:

- 1 L'essai ASTM est modifié en utilisant cinq (5) échantillons sur la largeur du rouleau. Les résultats reportés sont une moyenne de ces cinq (5) valeurs.
- 2 La fréquence minimale est de une série d'essais par rouleau de géotextile. La fréquence réelle pourra varier légèrement selon la longueur des rouleaux.
- 3 Tous les essais en tension sont réalisés avec l'échantillon orienté dans la direction de la machine.
- 4 Les valeurs indiquées ci-haut représentent le géotextile non-tissé avant son incorporation dans le géocomposite bentonitique.
5. MARV (*Mean Average Roll Value*) moyenne statistique des valeurs obtenues par rouleau sur le nombre d'échantillons requis selon la méthode .

7.2.5 Géotextile de support non-tissé

Le géotextile de support non-tissé répondra aux caractéristiques minimales suivantes :

TABLEAU 12
CRITÈRES D'ASSURANCE QUALITÉ DU MANUFACTURIER DE GÉOTEXTILE DE SUPPORT NON-TISSÉ

Propriété	Méthode d'essai ¹	Fréquence des essais ²	Valeur ⁴
Résistance en tension	ASTM D 4632 ³	1/20 000 m ²	555 N (125 lb)
Allongement à la rupture	ASTM D 4632	1/20 000 m ²	15 %
Masse surfacique	ASTM D 5261	1/20 000 m ²	200 g/m ² MARV ⁵

NOTES:

1. L'essai ASTM est modifié en utilisant cinq (5) échantillons sur la largeur du rouleau. Les résultats reportés sont une moyenne de ces cinq (5) valeurs.
2. La fréquence minimale est de une série d'essais par rouleau de géotextile. La fréquence réelle pourra varier légèrement selon la longueur des rouleaux.
3. Tous les essais en tension sont réalisés avec l'échantillon orienté dans la direction de la machine.
4. Les valeurs indiquées ci-haut représentent le géotextile non-tissé avant son incorporation dans le géocomposite bentonitique.
5. MARV (*Mean Average Roll Value*) moyenne statistique des valeurs obtenues par rouleau sur le nombre d'échantillons requis selon la méthode .

7.2.6 Processus de fabrication des rouleaux de géocomposites bentonitiques

L'usine aura une capacité de production de géocomposites bentonitiques suffisante pour fournir les quantités nécessaires au projet sans causer de délais de livraisons.

7.2.6.1 GCB textile collé

Les géocomposites bentonitiques textiles peuvent être de type collé. Un liant ou colle hydrosoluble garantit la cohésion de la couche de bentonite aux deux (2) géotextiles.

7.2.6.2 GCB textile aiguilleté

Les GCB textiles aiguilletés sont constitués d'un textile support et d'un textile de couverture encloisonnant une couche de bentonite par aiguilletage réalisé par de nombreux points de piquage au moyen d'aiguilles crochetées. L'ancrage des fibres du textile de couverture dans le textile de support est réalisé en traversant toute l'épaisseur de la couche de bentonite.

7.2.6.3 GCB textile cousu

Les GCB textiles cousus sont constitués d'un textile support et d'un textile de couverture encloisonnant une couche de bentonite. Les différentes cloisons sont retenues ensemble par un système de coutures.

Dans le cas de fabrication impliquant des procédés de coutures ou aiguilletages l'élément géotextile devra être inspecté en continu avec un détecteur de métal afin de vérifier la présence d'aiguilles brisées et le cas échéant un système pour l'enlèvement des sections de géotextile affectés devra être appliqué.

7.2.7 Données d'essai et archives

Tous les résultats de tests seront incorporés dans une base de données. C'est à partir de cette base de données que les certificats de contrôle de qualité seront émis. Elle peut aussi générer des rapports spécifiques pour des projets, des types de matériel, des dates de fabrication d'épaisseur, etc. Toutes ces données permettront la traçabilité des matières premières utilisées versus leur utilisation. Des rapports de données d'essai seront aussi disponibles à la demande de Cintec.

7.2.8 Méthodes d'essai

Le manufacturier de géocomposites bentonitiques emploiera des méthodes d'essai reconnues, publiées par ASTM ou GRI (*Geosynthetics Research Institute, Drexel*

University). Les propriétés seront testées selon les méthodes d'essai écrites sur les feuilles de spécifications techniques produites dans cette section. Ces feuilles techniques montrent toutes les routines de test, et les spécifications internes ainsi que les méthodes d'essai de tous les produits. Les spécifications inscrites sont les valeurs minimales du rouleau.

Toute propriété qui n'est pas incluse dans le programme de contrôle de qualité en usine sera certifiée par le manufacturier selon les résultats d'essai d'un laboratoire indépendant.

Le **Tableau 13** indique les méthodes d'essai et les fréquences à respecter et les critères à respecter.

Les valeurs minimales moyennes par rouleau (MARV- *Minimum Average Roll Values*) atteindront ou surpasseront les critères indiqués.

TABLEAU 13
CONTRÔLE QUALITÉ POUR LA FABRICATION DU GÉOCOMPOSITE BENTONITIQUE

Propriété	Méthode d'essai	Fréquence d'essai	Valeur requise
Masse de bentonite surfacique ³	ASTM D 5993 ¹	1/ 4 000 m ²	4.34 kg/m ² minimum
Résistance en tension ²	ASTM D 4632 ¹	1/ 4 000 m ²	422 N MARV
Allongement à la rupture ²	ASTM D 4632 ¹	1/ 4 000 m ²	100 %
Résistance au pelage ²	ASTM D 4632 ¹	1/ 4 000 m ²	66 N MARV ⁵
Résistance au pelage ²	ASTM D 6496		394 N/m
Perméabilité ⁴	ASTM D 5084	1 / 10 000 m ²	5 x 10 ⁻⁹ cm/sec max
Indice de flux ⁴	ASTM D 5887	1/semaine	1 x 10 ⁻⁸ m ³ /m ² /sec max

NOTES :

1. L'essai ASTM est modifié en utilisant cinq (5) échantillons sur la largeur du rouleau. Les résultats reportés sont une moyenne de ces cinq (5) valeurs. Les méthodes ASTM sont aussi modifiées quand cela est nécessaire pour faciliter les essais d'un géocomposite bentonitique plutôt qu'un géotextile.
2. Tous les essais en tension et résistance au pelage sont réalisés avec l'échantillon orienté dans la direction de la machine. L'allongement est une valeur type seulement.
3. Mesures effectuées après séchage au four, reflétant un taux d'humidité de 0%.
4. Eau de robinet sans air à 34.5 kPa (5 psi) de pression de confinement et tête de 2 psi (13.8 kPa).
5. MARV (*Mean Average Roll Value*) moyenne statistique des valeurs obtenues par rouleau sur le nombre d'échantillons requis selon la méthode.

7.2.9 Identification des rouleaux

Un numéro unique sera donné à chaque rouleau produit, sans égard au type de produit. Le numéro de rouleau est attribué chronologiquement à chaque rouleau produit. Toute la production et les données d'essai relatives à chaque rouleau seront emmagasinées dans la même base de données sous chacun des numéros attribués. Ces informations permettront au manufacturier d'effectuer la traçabilité de tous les rouleaux produits.

Chaque rouleau sera identifié avec un minimum de trois étiquettes à l'épreuve de l'eau: une à l'intérieur du tube en carton et les autres directement sur l'emballage du rouleau de géotextile aux extrémités de la feuille. Ces étiquettes indiqueront les informations suivantes:

- nom du manufacturier
- numéro de lot
- numéro de rouleau;
- code du produit,
- dimensions;
- poids;
- date de fabrication.

7.2.10 Manipulation et entreposage des rouleaux

L'équipement utilisé doit permettre de manipuler avec facilité un rouleau de 2 270 kg (5 000 Lbs) et de façon à ne pas l'endommager. Chaque rouleau aura deux élingues en nylon pour permettre au chariot élévateur à fourches, de le manipuler correctement. On aura aussi la possibilité de glisser l'axe en métal d'un chariot élévateur à l'intérieur, pour le transporter.

Chaque rouleau de géocomposite bentonitique sera emballé au complet, incluant les extrémités avec un matériau d'emballage pour le protéger des dommages pouvant être causés durant le transport, les intempéries, le soleil et les contaminants. L'emballage sera conservé durant le transport et l'entreposage.

Pendant leur entreposage les rouleaux de géocomposite bentonitique seront installés au-dessus du sol et couverts adéquatement pour les protéger des éléments suivants : dommages dûs au site des travaux, intempéries, radiations UV prolongées, produits

chimiques comprenant des acides forts ou produits basiques forts, flammes provenant d'étincelles de soudure, températures excédant 71°C ainsi que tout autre élément pouvant affecter les propriétés du géotextile.

7.2.11 Allocation des rouleaux

À chaque fois qu'un rouleau est prêt à être expédié, il doit être inspecté visuellement avant que son allocation ne soit faite pour le transport.

7.2.12 Matériel non-conforme

Tout matériel montrant des dommages comme des trous, des matières premières mal dispersées et autres défauts, doit être identifié non-conforme et entreposé à l'écart des autres rouleaux. Tous les matériaux identifiés défectueux doivent être évalués de façon à déterminer l'étendue de la surface endommagée. Suivant l'évaluation de chaque rouleau, il sera classifié comme:

- Rejeté: le rouleau est alors haché en petits morceaux et incorporé à la production à un taux maximum permis par le devis.
- Dommage localisé: la surface endommagée est coupée et le rouleau peut être utilisé s'il est approuvé par le client.
- Déclassé: le rouleau est utilisé à un grade inférieur de celui pour lequel il a été produit à l'origine. Aucun dommage apparent sur le rouleau, sauf s'il ne rencontre pas les spécifications pour l'épaisseur correspondante.
- Utilisé par dérogation: le rouleau peut être utilisé sur un projet s'il est approuvé par le client.

7.3 Certificats de contrôle de qualité

Au moins deux (2) semaines avant le début des travaux, l'installateur de géosynthétiques fournira à l'inspecteur en contrôle de qualité (ICQ) des copies de données de fabrication et du certificat confirmant que les géotextiles livrés au site rencontrent les spécifications de cette section. Ce certificat inclura :

- Numéro de rouleau et identification
- Procédures d'échantillonnage et fréquences, et
- Résultats des contrôles de qualité, incluant une description des méthodes utilisées.

Le matériel non certifié sera enlevé et remplacé sans frais pour le Propriétaire.

L'ICQ examinera les certificats du manufacturier afin de vérifier que les propriétés physiques indiquées sur les certificats rencontrent ou dépassent les exigences du manufacturier et des spécifications techniques. Les déviations seront rapportées au Propriétaire.

À la demande du Propriétaire, des essais additionnels pourront être effectués sur les géocomposite bentonitique par un laboratoire de son choix afin de valider la conformité des matériaux.

7.4 Manutention et installation

7.4.1 Inspection des matériaux

Dès l'arrivée au chantier, le CQ et l'installateur doivent documenter et relever toute l'information nécessaire en ce qui concerne le matériel livré sur le site. L'ICQ et l'installateur doivent vérifier l'inventaire complet des matériaux géosynthétiques et noter tout dommage apparent. Tous les rouleaux endommagés devront être séparés du reste de l'inventaire si possible. La vérification de l'inventaire est faite à l'aide du bon d'expédition du manufacturier ou du formulaire « inventaire des matériaux », tel qu'indiqué à l'annexe.

L'ICQ du propriétaire ainsi que l'installateur sont responsables de vérifier que les rouleaux soient entreposés et protégés adéquatement. « Conditionnement et Entreposage des Matériaux » tel qu'indiqué à l'annexe.

7.4.2 Livraison, entreposage et manutention

Avant le déchargement, l'équipement de manutention sera inspecté pour vérifier qu'il n'endommagera pas les géosynthétiques. Des élingues non métalliques ou autre équipement approprié sera utilisé pour la manipulation du matériel.

L'aire d'entreposage sera relativement plate, sèche et bien drainée. L'aire d'entreposage aura préalablement été inspectée pour vérifier qu'elle est exempte de pierres ou autres objets pouvant couper ou perforer les matériaux géosynthétiques. L'inspection de déchargement sera effectuée par le CQ du propriétaire. L'aire d'entreposage sera sécuritaire afin de prévenir le vol ou le vandalisme et aménagée afin que les rouleaux ne soient pas endommagés par les véhicules circulant à proximité.

Tous les géocomposites bentonitiques doivent être manipulés dans le but de s'assurer qu'ils ne seront pas endommagés. Une attention spéciale doit être prise pour ne pas endommager les assises ou autres couches de géosynthétiques lors du déploiement du géocomposite bentonitique. Aucun véhicule ne devra circuler directement sur le géocomposite bentonitique.

Les exigences particulières suivantes seront suivies pour l'installation .

7.4.3 Installation sur pentes

Le géocomposite bentonitique sera confiné dans la tranchée d'ancrage et ensuite déroulé sur la pente lorsque c'est pratique de le faire. Le géocomposite bentonitique doit être installé en une longueur continue de la tranchée d'ancrage jusqu'à 3.0 m au delà du pied de la pente. Tous les joints seront orientés dans le sens de la pente. Le géocomposite bentonitique sera toujours déployé de manière à le maintenir continuellement en tension suffisante pour éviter la formation de plis et de rides.

7.4.4 Découpage

Les géocomposites bentonitiques seront découpés avec un couteau approprié. Si le matériau est coupé en place, une attention particulière doit être apportée pour ne pas endommager les autres géosynthétiques.

7.4.5 Matières étrangères

Une attention particulière doit être apportée afin de ne pas emprisonner de pierres ou de poussières en quantité excessive qui pourraient endommager la géomembrane ou causer un blocage des drains ou filtres.

Le géocomposite bentonitique contaminé par de la boue, de la poussière ou de la terre pourrait nécessiter un nettoyage ou être remplacé selon les indications de l'ICQ.

Toute matière étrangère sera enlevée avant le recouvrement du géotextile selon les instructions de l'ICQ.

Ne pas installer le géocomposite bentonitique sur des flaques d'eau, de la neige ou de la glace. L'installation doit être réalisée afin de minimiser le potentiel d'hydratation du matelas préalablement à son recouvrement en sol ou matériau granulaire.

7.4.6 Conditions météorologiques

En présence de vent, tous les géocomposites bentonitiques seront lestés avec des sacs de sable ou dispositifs similaires. Ne pas procéder à l'installation en présence de vents violents.

Ne pas installer de géocomposite bentonitique durant des intempéries (pluie, neige) ou s'il y a risque de pluie ou neige.

Les géocomposites bentonitiques doivent être recouverts immédiatement suivant leur installation. L'installateur prendra soin de ne pas installer plus de panneaux qu'il ne pourra recouvrir le même jour.

Les sections de géocomposites bentonitiques qui seront déjà hydratés avant leur recouvrement devront être remplacées sans frais additionnels pour le Propriétaire.

7.4.7 Chevauchements et joints

Les panneaux de géocomposites bentonitiques seront chevauchés. Sur la largeur du panneau, le chevauchement des joints de côté seront au minimum de 300 mm. Les extrémités des panneaux devront être ajustés afin d'aplanir les rides et plis et maximiser le contact avec le panneau sous-jacent.

Ne pas clouer ou brocher les chevauchements au matériaux sous-jacents.

Suite au chevauchement des panneaux, découvrir la zone de chevauchement afin d'enlever s'il y a lieu tout sol ou matière présente dans cette zone.

Installer ou faire couler un filet de bentonite ou autre agent scellant, recommandé par le manufacturier, de manière continue le long de la zone de chevauchement à un taux de 1 800 g/m.l. afin de sceller les chevauchements. La bentonite utilisée dans les chevauchements rencontrera les critères indiqués ci-haut pour la fabrication des géocomposites bentonitiques.

7.4.8 Réparations

Pour les réparations sur les géocomposites bentonitiques, se référer au tableau inclus dans l'annexe, "*Procédures de Réparations Standards*".

S'assurer d'enlever tout sol ou autre matériel qui pourrait avoir pénétré dans le géocomposite bentonitique endommagé.

Aucun matériel de recouvrement ne sera installé sur le géocomposite bentonitique tant que toutes les réparations n'auront pas été complétées avec succès.

7.4.9 Installation des matériaux de recouvrement

Les matériaux de recouvrement ne contiendront pas de particules pouvant endommager le géocomposite bentonitique. Il faut s'assurer de placer les matériaux de façon à ne pas endommager ou déplacer le géocomposite bentonitique.

Un minimum de 300 mm de matériel de recouvrement est requis avant de circuler sur le géocomposite bentonitique avec des équipements exerçant une faible pression au sol. Un minimum de 900 mm de matériel de recouvrement est requis dans le cas de véhicules sur roues. Dans les zones de circulation intense, comme les rampes d'accès, l'épaisseur du matériel de recouvrement doit être d'au moins 900 mm.

7.5 Garanties

Le matériau sera garanti par le fabricant contre tout défaut de fabrication pour une période de vingt (20) ans à partir de la date d'installation.

Les travaux d'installation seront garantis, matériaux et main d'œuvre, pour une période de cinq (5) ans, suivant l'acceptation finale.

ANNEXE 1

**SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES POUR LES GÉOMEMBRANES
POLYÉTHYLÈNE HAUTE DENSITÉ (PEHD) ET POLYÉTHYLÈNE BASSE DENSITÉ LINÉAIRE
(PBDL) LISSES ET TEXTURÉES**

Spécifications pour Géomembrane Polyéthylène Basse Densité Linéaire (LLDPE Geomembrane) (TEXTURÉE)

Propriétés	Méthode d'essai	Valeur de l'essai								Fréquence des essais (minimum)
		0.50 mm	0.75 mm	1.00 mm	1.25 mm	1.50 mm	2.00 mm	2.50 mm	3.00 mm	
Épaisseur mm (moy min) • Plus petit pour 8 sur 10 valeurs • Plus petit pour n'importe quelle des 10 valeurs	D5994	Nom. (-5%) -10% -15%	Nom. (-5%) -10% -15%	Nom. (-5%) -10% -15%	Nom. (-5%) -10% -15%	Nom. (-5%) -10% -15%	Nom. (-5%) -10% -15%	Nom. (-5%) -10% -15%	Nom. (-5%) -10% -15%	Par rouleau
Hauteur des apertures en mm (moy min.)	GM 12	10	10	10	10	10	10	10	10	Tous les 2 rouleaux (2)
Densité g/ml (max)	D 1505/D 792	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	90,000 kg
Propriétés en tension (3) (moy min.) • Résistance en tension à la rupture - N/mm • Allongement à la rupture - %	D 6693 Type IV	5 250	9 250	11 250	13 250	16 250	21 250	26 250	31 250	9,000 kg
Modules 2% - N/mm (max.)	D 5323	210	370	420	520	630	840	1050	1260	Par formulation
Résistance à la déchirure - N(moy min.)	D 1004	50	70	100	120	150	200	250	300	20,000 kg
Résistance au poinçonnement - N (moy min.)	D 4833	100	150	200	250	300	400	500	600	20,000 kg
Résistance axi-symétrique en tension à la rupture - % (min.)	D 5617	30	30	30	30	30	30	30	30	Par formulation
Teneur en noir de carbone - %	D 1603 (4)	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	20,000 kg
Dispersion du noir de carbone	D 5596	Note (5)	Note (5)	Note (5)	Note (5)	Note (5)	Note (5)	Note (5)	Note (5)	20,000 kg
Résistance à l'oxydation (Oxidative induction time (OIT)) (min. ave.) (6)										
(a) OIT standard -ou-	D 3895	100	100	100	100	100	100	100	100	90,000 kg
(b) OIT Haute pression	D 5885	400	400	400	400	400	400	400	400	
Vieillessement au four à 85°C (7)										
(a) OIT standard (moy min) - % retenu après 90 jrs -ou-	D 5721 D 3895	35	35	35	35	35	35	35	35	Par formulation
(b) OIT Haute pression (moy min.) - % retenu après 90 jrs	D 5885	60	60	60	60	60	60	60	60	
Résistance aux UV (8)										
(a) OIT standard (moy min) -ou-	D 3895	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	N.R. (9)	Par formulation
(b) OIT Haute pression (moy min) - % retenu après 1600 hrs (10)	D 5885	35	35	35	35	35	35	35	35	

(1) Sur 10 lectures ; 8 sur 10 doivent être ≥ 0.18 mm, et la plus petite lecture doit être ≥ 0.13 mm

(2) Alternier le côté du mesurage pour une feuille texturée des deux (2) côtés

(3) Direction de la machine (MD) et contre la direction de la machine (XMD) valeurs moyennes devraient basées sur 5 échantillons dans chaque direction.

• Élongation à la rupture est calculée en utilisant une longueur de référence de 50 mm à 50 mm/min.

(4) D'autres méthodes, comme la D 4218 (muffle furnace) ou méthodes au microondes sont acceptables si une corrélation appropriée à D 1603 (tube furnace) peut être établie.

(5) Dispersion du noir de carbone (seulement des agglomérats presque sphériques) pour 10 vues différentes:

• 9 dans les Catégories 1 ou 2 et 1 dans la Catégorie 3

(6) Le manufacturier a l'option de choisir l'une ou l'autre des méthodes OIT pour évaluer le contenu antioxydant dans la géomembrane.

(7) Il est aussi recommandé d'évaluer des échantillons à 30 et 60 jours pour comparer avec le résultat à 90 jours.

(8) La condition de l'essai devrait être un cycle de 20 hr. UV à 75 °C suivi d'une condensation de 4 hr à 60 °C.

(9) Non recommandé puisque la haute température de l'essai OIT- Std produit un résultat irréaliste pour quelques uns des antioxydants dans les échantillons exposés aux UV.

(10) La résistance UV est basée sur la valeur de % retenu sans égard à la valeur originale HP-OIT.

(Source: Geosynthetic Research Institute - GRI Test Method GM 17, rev June 23 2003)

Spécifications pour Géomembrane Polyéthylène Basse Densité Linéaire (LLDPE Geomembrane) (LISSE)

Propriétés	Méthode d'essai	Valeur de l'essai								Fréquence des essais (minimum)
		0.50 mm	0.75 mm	1.00 mm	1.25 mm	1.50 mm	2.00 mm	2.50 mm	3.00 mm	
Épaisseur mm (moy min)	D5199	Nom.	Nom	Nom	Nom	Nom	Nom	Nom	Nom	Par rouleau
° Plus petit de 10 valeurs	D 1505/D 792	-10%	-10%	10%	-10%	10%	-10%	10%	-10%	90,000 kg
Densité g/ml (max)		0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	0.939	
Propriétés en tension (1) (moy min.)	D 6693	13	20	27	33	40	53	66	80	9,000 kg
° Résistance en tension à la rupture - N/mm	Type IV	800	800	800	800	800	800	800	800	
° Allongement à la rupture - %	D 5323	210	370	420	520	630	840	1050	1260	Par formulation
Module 2% - N/mm (max.)	D 1004	50	70	100	120	150	200	250	300	20,000 kg
Résistance à la déchirure - N (moy.min.)	D 4833	120	190	250	310	370	500	620	750	20,000 kg
Résistance au poinçonnement - N (moy.min.)	D 5617	30	30	30	30	30	30	30	30	Par formulation
Résistance axi-symétrique en tension à la rupture - % (min.)	D 1603 (2)	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	20,000 kg
Teneur en noir de carbone - %	D 5596	Note (3)	Note (3)	Note (3)	Note (3)	Note (3)	Note (3)	Note (3)	Note (3)	20,000 kg
Dispersion du noir de carbone										
Résistance à l'oxydation (Oxidative induction time (OIT)) (min. ave.) (4)	D 3895	100	100	100	100	100	100	100	100	90,000 kg
(a) OIT standard	D 5885	400	400	400	400	400	400	400	400	
-ou-										
(b) OIT Haute pression	D 5721	35	35	35	35	35	35	35	35	Par formulation
Vieillessement au four à 85°C (5)	D 3895	60	60	60	60	60	60	60	60	
(a) OIT standard (moy min) - % retenu après 90 jrs	D 5885	35	35	35	35	35	35	35	35	
(b) OIT Haute pression (moy min.) - % retenu après 90 jrs										
Résistance aux UV (6)	D 3895	N.R. (7)	N.R. (7)	N.R. (7)	N.R. (7)	N.R. (7)	N.R. (7)	N.R. (7)	N.R. (7)	Par formulation
(a) OIT standard (moy min)	D 5885	35	35	35	35	35	35	35	35	
- ou -										
(b) OIT Haute pression (moy min) - % retenu après 1600 hrs (8)										

- (1) Valeurs moyennes dans la direction de la machine (MD) et perpendiculaire à la machine (XMD) doivent être basées sur 5 échantillons dans chaque direction. L'allongement à la rupture est calculée en utilisant un étalon de 50 mm de longueur à 50 mm/min.
- (2) D'autres méthodes, comme la D 4218 (muffle furnace) ou méthodes au microondes sont acceptables si une corrélation appropriée à D 1603 (tube furnace) peut être établie.
- (3) Dispersion du noir de carbone (seulement des agglomérats presque sphériques) pour 10 vues différentes:
 - ° 9 dans les Catégories 1 ou 2 et 1 dans la Catégorie 3
- (4) Le fabricant a l'option de choisir l'une ou l'autre des méthodes OIT pour évaluer le contenu antioxydant dans la géomembrane.
- (5) Il est aussi recommandé d'évaluer des échantillons à 30 et 60 jours pour comparer avec le résultat à 90 jours.
- (6) La condition de l'essai devrait être un cycle de 20 hr. UV à 75 °C suivi d'une condensation de 4 hr. à 60 °C.
- (7) Non recommandé puisque la haute température de l'essai OIT-Std produit un résultat irréaliste pour quelques uns des antioxydants dans les échantillons exposés aux UV.
- (8) La résistance UV est basée sur la valeur de % retenu sans égard à la valeur originale HP-OIT.

(Source: *Geosynthetic Research Institute - GRI Test Method GM 17: rev June 23 2003*)

Spécifications pour Géomembrane Polyéthylène Haute Densité (Géomembrane PEHD) (TEXTURÉE)

Propriétés	Méthode d'essai	Valeur de l'essai						Fréquence des essais (minimum)
		0.75 mm	1.00 mm	1.25 mm	1.50 mm	2.00 mm	2.50 mm	
Épaisseur mm (moy min) • Plus petit pour 8 sur 10 valeurs • Plus petit pour n'importe quelle des 10 valeurs	D5994	Nom. (-5%) -10% -15%	Nom. (-5%) -10% -15%	Nom. (-5%) -10% -15%	Nom. (-5%) -10% -15%	Nom. (-5%) -10% -15%	Nom. (-5%) -10% -15%	Par rouleau
		0.25 mm	0.25 mm	0.25 mm	0.25 mm	0.25 mm	0.25 mm	
Hauteur des apertures en mm (moy min.) (1)	GM 12	0.25 mm	0.25 mm	0.25 mm	0.25 mm	0.25 mm	0.25 mm	Tous les 2 rouleaux (2) 90,000 kg
		0.940 g/cc	0.940 g/cc	0.940 g/cc	0.940 g/cc	0.940 g/cc	0.940 g/cc	
Densité (moy min.)	D 1505/D 792	11 kN/m 8 kN/m	15 kN/m 10 kN/m	18 kN/m 13 kN/m	22 kN/m 16 kN/m	29 kN/m 21 kN/m	37 kN/m 26 kN/m	9,000 kg
		12% 100%	12% 100%	12% 100%	12% 100%	12% 100%	12% 100%	
Propriétés en tension (3) (moy min.) • Résistance en tension à la limite élastique • Résistance en tension à la rupture • Allongement à la limite élastique • Allongement à la rupture	D 6693 Type IV	93 N	125 N	156 N	187 N	249 N	311 N	20 000 kg
		200	267	333	400	534	667	
Résistance au poinçonnement -N (moy min.)	D 4833	300	300	300	300	300	300	Voir GRI GM10
Résistance à la fissuration sous contrainte (hrs) (4)	D 5397 (App)	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	
Teneur en noir de carbone - %	D 1603 (5)	Note (6)	Note (6)	Note (6)	Note (6)	Note (6)	Note (6)	9,000 kg
Dispersion du noir de carbone	D 5596	Note (6)	Note (6)	Note (6)	Note (6)	Note (6)	Note (6)	
Résistance à l'oxydation (Oxidative induction time (OIT)) (moy.min.) (7)	D 3895	100 min	100 min	100 min	100 min	100 min	100 min	20,000 kg
(a) OIT standard -ou-		400 min	400 min	400 min	400 min	400 min	400 min	
(b) OIT Haute pression	D 5885	55%	55%	55%	55%	55%	55%	Par formulation
Vieillessement au four à 85°C (7) (8)	D 5721 D 3895	80%	80%	80%	80%	80%	80%	
(a) OIT standard (moy min) - % retenu après 90 jrs	D 5885	N.R. (10)	N.R. (10)	N.R. (10)	N.R. (10)	N.R. (10)	N.R. (10)	Par formulation
(b) OIT Haute pression (moy min) - % retenu après 90 jrs	GM 11 D 3895	50%	50%	50%	50%	50%	50%	
Résistance aux UV (9)	D 5885	50%	50%	50%	50%	50%	50%	Par formulation
(a) OIT standard (moy min) -ou-		50%	50%	50%	50%	50%	50%	
(b) OIT Haute pression (moy min) - % retenu après 1600 hrs (11)		50%	50%	50%	50%	50%	50%	

(1) Sur 10 lectures ; 8 sur 10 doivent être ≥ 0.18 mm, et la plus petite lecture doit être ≥ 0.13 mm

(2) Alternier le côté du mesurage pour une feuille texturée des deux (2) côtés

(3) Direction de la machine (MD) et contre la direction de la machine (XMD) valeurs moyennes devraient être basées sur 5 échantillons dans chaque direction.

(4) Allongement à la rupture est calculé en utilisant une longueur de référence de 50 mm ; Allongement à la limite élastique est calculé en utilisant une référence de 33 mm.

(5) Le test SP-NCTL n'est pas approprié pour les essais sur géomembranes avec surfaces texturées ou irrégulières. L'essai doit être réalisé sur les côtés lisses de rouleaux texturés ou sur des feuilles lisses de la même formulation utilisée pour des feuilles texturées. La contrainte d'allongement élastique utilisée pour calculer la charge appliquée pour l'essai SP-NCTL devrait être la valeur moyenne du fabricant via les essais de contrôle de qualité du fabricant.

(6) D'autres méthodes, comme la D 4218 (muflle furnace) ou méthodes au microondes sont acceptables si une corrélation appropriée à D 1603 (tube furnace) peut être établie.

(7) Dispersion du noir de carbone (seulement des agglomérats presque sphériques) pour 10 vues différentes; 9 dans les Catégories 1 ou 2 et 1 dans la Catégorie 3

(8) Le fabricant a l'option de choisir l'une ou l'autre des méthodes OIT pour évaluer le contenu antioxydant dans la géomembrane.

(9) Il est aussi recommandé d'évaluer des échantillons à 30 et 60 jours pour comparer avec le résultat à 90 jours.

(10) La condition de l'essai devrait être un cycle de 20 hr. UV à 75 °C suivi d'une condensation de 4 hr. à 60 °C.

(11) Non recommandé puisque la haute température de l'essai OIT-Std produit un résultat irréaliste pour quelques uns des antioxydants dans les échantillons exposés aux UV.

(12) La résistance UV est basée sur la valeur de % retenu sans égard à la valeur originale HP-OIT.

(Source: Geosynthetic Research Institute - GRI Test Method GM 13; rev June 23 2003)

Spécifications pour Géomembrane Polyéthylène Haute Densité (Géomembrane PEHD) (LISSE)

Propriétés	Méthode d'essai	Valeur de l'essai						Fréquence des essais (minimum)
		0.75 mm	1.00 mm	1.25 mm	1.50 mm	2.00 mm	2.50 mm	
Épaisseur mm (moy min) • Plus petit des 10 valeurs	D5199	Nom. -10%	Nom. -10%	Nom. -10%	Nom. -10%	Nom. -10%	Nom. -10%	Par rouleau
Densité (min.)	D 1505/D 792	0.940 g/cc	0.940 g/cc	0.940 g/cc	0.940 g/cc	0.940 g/cc	0.940 g/cc	90,000 kg
Propriétés en tension (J) (moy min.)	D 6693							
• Résistance en tension à la limite élastique	Type IV	11 kN/m	15 kN/m	18 kN/m	22 kN/m	29 kN/m	37 kN/m	44 kN/m
• Résistance en tension à la rupture		20 kN/m	27 kN/m	33 kN/m	40 kN/m	53 kN/m	67 kN/m	80 kN/m
• Allongement à la limite élastique		12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%
• Allongement à la rupture		700%	700%	700%	700%	700%	700%	700%
Résistance à la déchirure (moy. min.)	D 1004	93 N	125 N	156 N	187 N	249 N	311 N	374 N
Résistance au poinçonnement - N (moy min.)	D 4833	240	320	400	480	640	800	960
Résistance à la fissuration sous contrainte (hrs) (2)	D 5397 (App)	300	300	300	300	300	300	300
Teneur en noir de carbone - %	D 1603 (3)	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0
Dispersion du noir de carbone	D 5596	Note (+)	Note (+)	Note (+)	Note (+)	Note (+)	Note (+)	Note (+)
Résistance à l'oxydation (Oxidative induction time (OIT)) (moy. min.) (5)	D 3895	100 min	100 min	100 min	100 min	100 min	100 min	100 min
(a) OIT standard -ou-								
(b) OIT Haute pression	D 5885	400 min	400 min	400 min	400 min	400 min	400 min	400 min
Vieillessement au four à 85°C (5) (6)	D 5721	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%
(a) OIT standard (moy min) - % retenu après 90 jrs	D 3895	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
(b) OIT Haute pression (moy min.) - % retenu après 90 jrs	D 5885	N.R. (8)	N.R. (8)	N.R. (8)	N.R. (8)	N.R. (8)	N.R. (8)	N.R. (8)
Résistance aux UV (7)	D 3895	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
(a) OIT standard (moy min) -ou-								
(b) OIT Haute pression (moy min) - % retenu après 1600 hrs (9)	D 5885	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%

(1) Direction de la machine (MD) et contre la direction de la machine (XMD) valeurs moyennes devraient être basées sur 5 échantillons dans chaque direction.

(2) Allongement à la rupture est calculé en utilisant la machine (XMD) valeurs moyennes devraient être basées sur 5 échantillons dans chaque direction. Allongement à la rupture est calculé en utilisant une longueur de référence de 50 mm ; Allongement à la limite élastique est calculé en utilisant une référence de 33 mm

(3) La contrainte d'allongement élastique utilisée pour calculer la charge appliquée pour l'essai SP-NCTL devrait être la valeur moyenne du manufacturier via les essais de contrôle de qualité du manufacturier.

(4) D'autres méthodes, comme la D 4218 (muflle furnace) ou méthodes au microondes sont acceptables si une corrélation appropriée à D 1603 (tube furnace) peut être établie.

(5) Dispersion du noir de carbone (seulement des agglomérats presque sphériques) pour 10 vases différentes: 9 dans les Catégories 1 ou 2 et 1 dans la Catégorie 3

(6) Le manufacturier a l'option de choisir l'une ou l'autre des méthodes OIT pour évaluer le contenu antioxydant dans la géomembrane

(7) Il est aussi recommandé d'évaluer des échantillons à 30 et 60 jours pour comparer avec le résultat à 90 jours

(8) La condition de l'essai devrait être un cycle de 20 hr. UV à 75 °C suivi d'une condensation de 4 hr. à 60 °C

(9) Non recommandé puisque la haute température de l'essai OIT-Std produit un résultat irréaliste pour quelques uns des antioxydants dans les échantillons exposés aux UV

(10) La résistance UV est basée sur la valeur de % retenu sans égard à la valeur originale HP-OIT

(Source: Geosynthetic Research Institute – GRI Test Method GM 13: rev June 23 2003)

ANNEXE 2

EXEMPLE DE GARANTIE DU MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES

EXEMPLE DE GARANTIE DU MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES

GARANTIE LIMITÉE

PROJET :
TYPE DE GÉOMEMBRANE :
ADRESSE :
DATE EFFECTIVE :

Sujet aux conditions et aux termes décrits ci-dessous, **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** garantit que la géomembrane vendue pour le projet ci-haut mentionné («**géomembrane MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES**»), est conforme aux spécifications de **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** au moment de la vente, est exempte de tout vice et/ou défaut de fabrication et qu'elle ne subira aucune détérioration due aux conditions climatiques normales pour une période de **5 ans** et ce à compter de la date effective ci-haut mentionnée selon un usage normal pour les fins d'applications approuvées.

La présente garantie ne couvre pas les défauts de la **géomembrane MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** résultant d'Acte de Dieu, d'accident ou catastrophe incluant, sans restreindre la généralité de ce qui précède : tremblement de terre, inondation, grêle, tornade ou force majeure. Le terme « usage normal » tel qu'utilisé ci-dessus n'inclut pas, parmi autres choses, une exposition de la **géomembrane MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** à des produits chimiques non-compatibles; abus de la **géomembrane MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** par de la machinerie, de l'équipement des personnes et/ou animaux; mauvaise préparation du site et/ou mauvais remblaiement; conditions existantes, incluant, sans limiter la généralité de ce qui précède, conditions du sol sous la **géomembrane MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** tel qu'un affaissement, effondrement, etc...; stress excessif provenant de n'importe quelle source; mauvais usage et/ou mauvaise installation; adéquation des procédures opérationnelles subséquentes entreprises par le propriétaire et/ou une tierce partie.

La présente garantie est exclusivement limitée à un usage commercial et n'est pas valide pour le consommateur. Les parties conviennent expressément que la vente de la **géomembrane MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** est exclusive à un usage commercial ou industriel.

Dans l'éventualité où un défaut prévu à la présente garantie se manifeste, **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** pourra, à son entière discrétion ou bien réparer ou bien remplacer la **géomembrane MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** sur une base au prorata du prix alors en vigueur et de telle manière à ne faire payer _____ que pour la portion du terme de la garantie s'étant écoulé depuis l'achat de la **géomembrane MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES**. **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** aura le droit d'inspecter et de déterminer la cause de tout défaut allégué et de prendre les mesures appropriées pour réparer et/ou remplacer la **géomembrane MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** si un

défaut existe et qu'il est couvert par la présente garantie. Toute détermination quant aux mesures appropriées sera faite par **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES**. La présente garantie est limitée au remplacement de la **géomembrane MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** défectueuse et n'inclue pas les services d'installation de **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** et/ou d'une tierce partie.

Dans l'éventualité où **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** détermine de façon raisonnable que le défaut allégué est couvert par la présente garantie, _____ devra faire parvenir une réclamation écrite par poste certifiée au Président de **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** dans un délai de dix (10) jours de la connaissance du défaut allégué. Dans l'éventualité où un tel avis ne serait pas donné dans le délai précité, _____ renonce à son droit d'invoquer et/ou d'alléguer ledit défaut, de se prévaloir de la présente garantie par écrit et renonce à toutes fins que de droit à une quelconque réclamation contre **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES**.

MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES procédera aux réparations et/ou au remplacement de la géomembrane **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** sous l'égide de la présente garantie à la seule condition que _____ lui donne libre accès à la **géomembrane MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** et que la **géomembrane MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** soit exempte de tout débris et/ou de toute obstruction et qu'elle soit propre et sèche afin de permettre à **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** de procéder aux inspections et aux réparations nécessaires requises en vertu de la présente garantie. _____ devra payer toutes les dépenses encourues quant à l'inspection, incluant le taux horaire du personnel impliqué dans ladite inspection dans l'éventualité où la réclamation ne serait pas couverte par la présente garantie.

Dans l'éventualité où les remèdes prévus par la présente garantie échouaient et dans cette éventualité seulement, _____ aurait alors droit à un remboursement pour la **géomembrane MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** qui ne respecterait pas la présente garantie. **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** ne pourra en aucun temps être tenue responsable contractuellement et/ou délictuellement pour tout dommage direct, indirect, fortuit ou accidentel, spécial ou conséquent et pour toute perte de profits conséquent ou résultant de l'utilisation de la **géomembrane MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES**, que cette perte ou ce dommage résulte d'un bris de garantie, de négligence ou de toute autre raison de quelque nature que ce soit.

La responsabilité de **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** sous l'égide de la présente garantie ne devra en aucun temps excéder le coût de remplacement de la **géomembrane MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** qui ne respecterait pas les termes de la présente garantie.

Sauf en cas d'urgence et afin de minimiser les dommages, _____ ne pourra ni réparer, remplacer, enlever, changer, altérer et/ou déplacer la **géomembrane MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES**, ni permettre à une tierce partie de réparer, enlever, changer, altérer et/ou déplacer ladite **géomembrane MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** sans l'approbation écrite de **MANUFACTURIER**

DE GÉOMEMBRANES. Toute dérogation aux conditions énumérées dans le présent paragraphe annulera l'application de la présente garantie.

MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES n'assume ni autorise personne autre que le représentant soussigné de **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** à assumer pour son compte toute autre responsabilité en relation avec la **géomembrane MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** sur la base de la présente garantie. La présente garantie constitue la totalité et l'intégralité de la garantie émise à _____ et ce, à l'exclusion de toute autre garantie qu'elle soit implicite et/ou explicite. Les remèdes pourvus à la présente garantie sont exclusifs et ne peuvent servir qu'au bénéfice de _____. La cessibilité de la présente garantie est tributaire d'un avis écrit préalable de **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** à _____.

MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES NE FAIT AUCUNE AUTRE GARANTIE QUE CELLE PRÉVUE DANS LA PRÉSENTE GARANTIE ET EXCLUE EXPRESSÉMENT TOUTE AUTRE GARANTIE QU'ELLE SOIT LÉGALE, CONVENTIONNELLE, IMPLICITE OU EXPLICITE. LA PRÉSENTE GARANTIE EST LA SEULE DEVANT S'APPLIQUER POUR LA GÉOMEMBRANE **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** ET **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** NIE EXPRESSÉMENT TOUTE RESPONSABILITÉ POUR TOUTE GARANTIE DONNÉE PAR TOUTE PERSONNE OU ENTITÉ, QUE CE SOIT PAR ÉCRIT OU VERBAL.

Dans l'éventualité où certains termes ou provisions de la présente garantie seraient contradictoires avec tout écrit, bon de commande ou avec tout contrat exécuté par **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES**, alors et à la condition que de telles contradictions existent, les termes et conditions de la présente garantie devront avoir préséance.

La présente garantie, son interprétation, son exécution, son application, sa validité et ses effets sont assujettis aux lois applicables qui sont en vigueur dans la province de Québec et qui régissent en partie ou en totalité l'ensemble des dispositions qu'elle contient. Les parties conviennent, pour toute réclamation ou poursuite judiciaire pour quelque motif que ce soit, relativement à la présente convention, de choisir le district judiciaire de Montréal, province de Québec, comme le lieu approprié pour l'audition desdites réclamations ou poursuites judiciaires à l'exclusion de tout autre district judiciaire qui peut avoir juridiction sur un tel litige selon les prescriptions de la loi.

LA PRÉSENTE GARANTIE NE POURRA ÊTRE HONORÉE QUE LORSQUE **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** AURA REÇU LE PAIEMENT FINAL DE SA CRÉANCE ET TANT ET AUSSI LONGTEMPS QU'UN ORIGINAL DATÉ ET SIGNÉ PAR UN REPRÉSENTANT DÛMENT AUTORISÉ DE _____ N'AURA ÉTÉ RETOURNÉ À **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** DANS UN DÉLAI DE 90 JOURS DE L'ÉMISSION DE LA PRÉSENTE GARANTIE. SI LA PRÉSENTE GARANTIE N'EST PAS RETOURNÉE DÛMENT SIGNÉE À **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** DANS LE DÉLAI PRÉCITÉ, LA PRÉSENTE GARANTIE SERA ALORS SANS EFFET ET NE POURRA ÊTRE INVOQUÉE À L'ENCONTRE DES INTÉRÊTS DE **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** ET **MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES** NIE EXPRESSÉMENT TOUTE GARANTIE LÉGALE, CONVENTIONNELLE, IMPLICITE OU EXPLICITE..

MANUFACTURIER DE GÉOMEMBRANES Inc.

Administrateur de contrats

J'ai pris connaissance de la présente garantie et confirme par ma signature sous-jacente l'acceptation de ses termes et conditions en ce _____ jour de _____ 2000

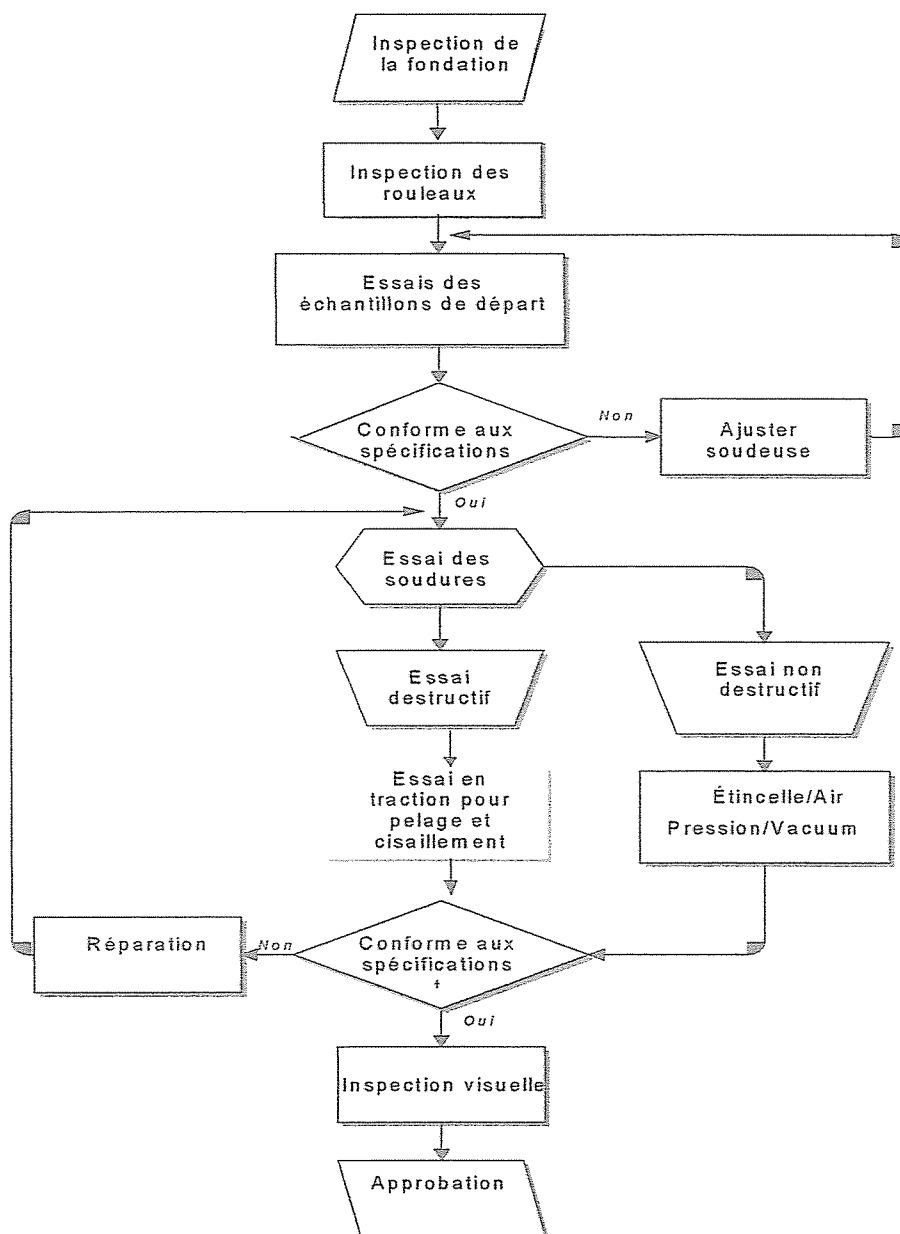
CLIENT

Représentant dûment autorisé

ANNEXE 3

ORGANIGRAMME D'INSTALLATION ET SOUDURE DE GÉOMEMBRANE

Installation et soudure de géomembrane



ANNEXE 4

FORMULAIRE D'INVENTAIRE DES MATÉRIAUX

FORMULAIRE D'INVENTAIRE DES MATÉRIAUX

Project Name :
 (Nom de projet) : _____
Project No :
 (No de projet) : _____ **Date:** _____
Material Type :
 (Type de materiel) : _____ **QC Inspector :**
 (Inspecteur CQ) : _____
Product supplied by :
 (Produit fourni par) : _____ **Manufacturer :**
 (Manufacturier) : _____

No. de lot	Roll No. (No. de Rouleau)	Dimensions (Dimensions)	Reception of roll (Réception des Rouleaux)		Tag (Étiquette)		Conformity of product (PRODUIT CONFORM E)		Certification (Received & approved) (Reçue & Approuvée)
			Yes (Oui)	No (Non)	Yes (Oui)	No (Non)	Yes (Oui)	No (Non)	

Note: ce formulaire est utilisé si les listes d'ex pédition du fournisseur ne sont pas disponibles

 Qc signing
 (Signature CQ)

 Client representative signing
 (Signature Représentant du
 client)

 Date

ANNEXE 5

CERTIFICAT D'ACCEPTATION D'ASSISE

CERTIFICATE D'ACCEPTATION DE L'ASSISE

NOM DU PROJET _____

ENDROIT: _____

PROJET No: _____

DESSIN :

ACCEPTATION PARTIELLE

ACCEPTATION COMPLETE

COMMENTAIRES : _____

JE, LE REPRÉSENTANT OFFICIEL DE L'INSTALLATEUR, TROUVE ACCEPTABLE POUR LE DEPLOIEMENT DE LA GÉOMEMBRANE LES CONDITIONS DE LA SURFACE DÉCRITE CI-HAUT

NOM	SIGNATURE	TITRE	DATE

INSPECTEUR CONTRÔLE QUALITÉ CLIENT / INGÉNIEUR CONTRACTEUR

ANNEXE 6

FORMULAIRE DE CALIBRATION PAR FUSION DES GÉOMEMBRANES

ANNEXE 7

FORMULAIRE DE CALIBRATION PAR EXTRUSION DES GÉOMEMBRANES

ANNEXE 8

FORMULAIRE DES PROCÉDURES DE SOUDURE DES GÉOMEMBRANES

ANNEXE 9

FORMULAIRE POUR ESSAI DESTRUCTIF SUR GÉOMEMBRANES

ANNEXE 10

FORMULAIRE DE RAPPORT DE RÉPARATIONS SUR GÉOMEMBRANES

ANNEXE 11

MÉTHODES DE RÉPARATION STANDARDS POUR MATÉRIAUX GÉOSYNTHÉTIQUES

MÉTHODES DE RÉPARATIONS STANDARD POUR MATÉRIAUX GÉOSYNTHÉTIQUES

Type de Dommage Matériau	Soudure non-conforme	Déchirures ou perforations	Egratignures ou poinçonnements	Canal obstrué	Joints (soudures en T)	Chevauchement insuffisant
POLYÉTHYLÈNE	- Reconstruction ou recouvrement - Rapiéçage avec soudure par extrusion - Soudure par extrusion du chevauchement	Rapiéçage avec soudure par fusion et/ou extrusion- (dépassement de la zone endommagée de 150 mm (6") dans toutes les directions)	Cordon d'extrusion sur la zone endommagée	Rapiéçage avec soudure par fusion et/ou extrusion (dépassement de la zone endommagée de 150 mm (6") dans toutes les directions)	Cordon d'extrusion sur l'intersection des panneaux	- Cordon d'extrusion sur la zone endommagée - Rapiéçage avec soudure par fusion et/ou extrusion (dépassement de la zone endommagée de 150 mm (6") dans toutes les directions)
AUTRES GÉOMEMBRANES	Solvent et/ou rapiéçage avec soudure par fusion - Reconstruction	Solvent et/ou rapiéçage avec soudure par fusion (dépassement de la zone endommagée de 150 mm (6") dans toutes les directions)	Solvent et/ou rapiéçage avec soudure par fusion (dépassement de la zone endommagée de 150 mm (6") dans toutes les directions)	Solvent et/ou rapiéçage avec soudure par fusion (dépassement de la zone endommagée de 150 mm (6") dans toutes les directions)	Solvent et/ou rapiéçage avec soudure par fusion (dépassement de la zone endommagée de 150 mm (6") dans toutes les directions)	Solvent et/ou rapiéçage avec soudure par fusion (dépassement de la zone endommagée de 150 mm (6") dans toutes les directions)
Composé Bentonitique Clay Liner (G.C.L)	N/A	- Rapiéçage dépassant la zone endommagée de 600 mm (24") dans toutes les directions - Ajouter de la poudre de bentonite si requis par le fabricant	N/A	N/A	Ajouter de la poudre de bentonite si requis par le fabricant	N/A
GÉOTEXTILE	Chevaucher l'extrémité de la couture non-conforme et recoudre	Fusion à chaud et/ou couture de rapiéçage dépassant la zone endommagée de 300 mm (12") dans toutes les directions.	N/A	N/A	N/A	N/A
GÉONET	N/A	Rapiéçage dépassant la zone endommagée de 300 mm (12") dans toutes les directions. et retenue par des attaches en plastique	N/A	N/A	N/A	N/A
GÉOCOMPOSITE	Chevaucher l'extrémité de la couture non-conforme et recoudre	Voir procédures de réparation pour le géonet et le géotextile	N/A	N/A	N/A	N/A

ANNEXE 12

GUIDE D'ENTREPOSAGE ET MANUTENTION DES MATÉRIAUX GÉOSYNTHÉTIQUES

GUIDE D'ENTREPOSAGE ET MANUTENTION DES MATÉRIAUX GÉOSYNTHÉTIQUES

TYPE DE MATÉRIAU	MANUTENTION	ENTREPOSAGE
<p>Géomembrane</p> <p>En rouleaux:</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Aucun emballage requis. ◦ No d'identification sur collant. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Empilement maximal de 3 rouleaux. ◦ Surface doit être libre d'objets pouvant endommager la géomembrane. ◦ Aucun entreposage où il y a risque d'inondation ou accumulation d'eau
<p>Panneaux pliés an accordéon</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Sur une palette de bois enrobé de géotextile ou carton. ◦ Le panneau doit être identifié par le nom de projet et le numéro de panneau. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Empilement des palettes n'est pas autorisée. ◦ Aucun entreposage où il y a risque d'inondation ou accumulation d'eau
<p>Géotextile et Géocomposite (Geogrille / Géotextile)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Enveloppé dans un sac de plastique opaque pour protection des intempéries et protection des rayons UV. ◦ Collant ou carte d'identification avec numéro de rouleau et numéro de lot. ◦ Idem aux rouleaux de géomembranes. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Empilement maximal de 3 rouleaux. ◦ Empilement qui ne présente pas de risque de dommages au coeur en carton du rouleau ou au matériel lui-même. ◦ Aucun entreposage où il y a risque d'inondation ou accumulation d'eau.
<p>Géonet (grille de drainage)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Toutes les surfaces et les côtés doivent être enveloppés. ◦ Il ne doit y avoir aucune hydratation de la bentonite. ◦ Emballage opaque pour protéger contre les rayons UV. ◦ Collant pour identification. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Idem aux rouleaux de géomembranes. ◦ Les rouleaux ne seront pas déposés directement sur le sol pour éviter une contamination avec de la boue et/ou de la roche. ◦ Entreposé sur feuille de plastique si possible.
<p>Géocomposites bentonitiques (Geosynthetic Clay Liner -GCL)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Si laissés à l'extérieur, les rouleaux doivent être recouverts d'une toile imperméable. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Empilement maximal de 3 rouleaux. ◦ Les rouleaux ne devraient pas être déposés directement sur le sol. Des poutres ou une plateforme sont acceptables.

ANNEXE 13

PROPRIÉTÉS REQUISES POUR LES GÉOTEXTILES

Propriétés minimales requises pour le géotextile non-tissé aiguilleté en polypropylène

Propriété	Métho de d'essai	Unité	Masse surfacique (g/m ²)																	
			128	160	172	242	285	340	385	475	1 000	1 460								
Masse surfacique	ASTM D5261	g/m ²																		
Épaisseur (min)	ASTM D5199	mm	0.9	1.0	1.1	1.4	1.7	2.0	2.3	3.5	5.8	6.5								
Résistance en tension (min)	ASTM D4632	N	400	450	530	755	875	1 050	1 200	1 450	2 500	3 300								
Allongement à la rupture	ASTM D4632	%	45-105	45-105	45-105	45-105	45-105	45-105	45-105	70-110	65-105	65-105								
Résistance à la déchirure trapézoïdale (min)	ASTM D4533	N	185	210	235	325	360	425	490	600	1 050	1 350								
Résistance à l'éclatement Mullen (min)	ASTM D3786	kPa	1 150	1 350	1 550	2 250	2 400	2 800	3 150	3 500	7 000	10 000								
Résistance au poinçonnement (min)	ASTM D4833	N	150	270	300	500	585	680	750	900	1 300	1 500								
Résistance aux UV ¹ (500 heures)	ASTM D4355	%	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70								
Perméabilité	ASTM D4491	cm/s ec	0.15	0.14	0.13	0.11	0.11	0.24	0.19	0.25	0.18	0.11								
Dimension d'ouverture apparente	ASTM D4751	µm	80-120	75-115	75-115	45-90	55-105	50-95	45-85	40-80	40-70	30-75								

¹ Le géotextile installé et exposé aux rayons UV pendant une période supérieure à 14 jours, avant son recouvrement, sera stabilisé contre les rayons UV avec des HALS, (Hindered Amine Light Stabilizers) et leur résistance UV devra alors être de 90% à 1 000 heures.

ANNEXE 14

PROPRIÉTÉS REQUISES POUR LES GÉONETS ET GÉOCOMPOSITES DE DRAINAGE

PROPRIÉTÉS REQUISES POUR LES GÉONETS ET GÉOCOMPOSITES DE DRAINAGE

Propriété	Méthode d'essai	Unité	Valeur Requise					Fréquence d'essai	Qualificatif
Géonet									
Masse surfacique	ASTM D 5261	g/m ² (lbs/pi ²)	587 (.12)	832 (.17)	978 (.2)	1223 (.25)	1468 (.3)	À tous les 5 000 m ²	Minimum
Épaisseur	ASTM D 5199	mm (mils)	4.1 ± 0.25 (160 ± 10)	5.6 ± 0.51 (220 ± 20)	6.35 ± 0.38 (250 ± 15)	6.86 ± 0.38 (270 ± 15)	8.38 ± 0.76 (330 ± 30)	À tous les 5 000 m ²	Plage
Noir de carbone	ASTM D 4218	%	2 à 3	2 à 3	2 à 3	2 à 3	2 à 3	À tous les 5 000 m ²	Plage
Résistance en tension	ASTM D 5035	N/mm (lb/po)	5.4 (30)	7.9 (45)	8.75 (50)	13.13 (75)	16.6 (95)	À tous les 5 000 m ²	Minimum
Indice de fluidité	ASTM D 1238	g/10 min	1	1	1	1	1	À tous les 5 000 m ²	Minimum
Densité	ASTM D 1505	g/cm ³	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	À tous les 5 000 m ²	Minimum
Transmissivité ¹	ASTM D 4716	m ² /sec	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁻³	1.5 x 10 ⁻³	2.25 x 10 ⁻³	3.5 x 10 ⁻³	1 par lot	MARV ²

¹ La transmissivité est mesurée en utilisant de l'eau à 21 ± 2° C (70 ± 4° F) avec un gradient de 0.1 et après 15 minutes avec une pression de confinement de 480 kPa (10 000 psi) entre deux plaques en acier inoxydable. Les valeurs peuvent varier selon les laboratoires.

² MARV (Mean Average Roll Value) moyenne statistique des valeurs obtenues par rouleau sur le nombre d'échantillons requis selon la méthode.

PROPRIÉTÉS REQUISES POUR LES GÉONETS ET GÉOCOMPOSITES DE DRAINAGE (suite)

Composite																
Propriété	Méthode d'essai	Unité	Valeur Requise										Fréquence d'essai	Qualificatif		
			Géonet g/m ² (lbs/pi ²)		Type géotextile (g/m ²)											
			587 (0.12)	832 (0.17)	978 (0.2)	1 223 (0.25)	1 468 (0.3)									
			204	272	204	272	204	272	204	272	204	272	204	272		
Adhésion (Minimale)	GRI GC7	g/cm (lbs/po)	89.5 (0.5)	89.5 (0.5)	89.5 (0.5)	89.5 (0.5)	89.5 (0.5)	89.5 (0.5)	89.5 (0.5)	89.5 (0.5)	89.5 (0.5)	89.5 (0.5)	89.5 (0.5)	89.5 (0.5)	1/ 5 000 m ²	MARV
Adhésion (moyenne)	GRI GC7	g/cm (lbs/po)	179 (1)	179 (1)	179 (1)	179 (1)	179 (1)	179 (1)	179 (1)	179 (1)	179 (1)	179 (1)	179 (1)	179 (1)	1/ 5 000 m ²	MARV
Transmissivité ¹	ASTM D4716	m ² /sec	1 x 10 ⁻⁴	1 x 10 ⁻⁴	2.75 x 10 ⁻⁴	2.25 x 10 ⁻⁴	3.5 x 10 ⁻⁴	3x 10 ⁻⁴	1.2x 10 ⁻³	9 x 10 ⁻⁴	1.5 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁻³	1 par lot	MARV ²	

¹ La transmissivité est mesurée en utilisant de l'eau à 21 ± 2° C (70 ± 4° F) avec un gradient de 0.1 et après 15 minutes avec une pression de confinement de 480 kPa (10 000 psi) entre deux plaques en acier inoxydable. Les valeurs peuvent varier selon les laboratoires.

² MARV (Mean Average Roll Value) moyenne statistique des valeurs obtenues par rouleau sur le nombre d'échantillons requis selon la méthode.

PROPRIÉTÉS REQUISES POUR LES GÉONETS ET GÉOCOMPOSITES DE DRAINAGE (suite)

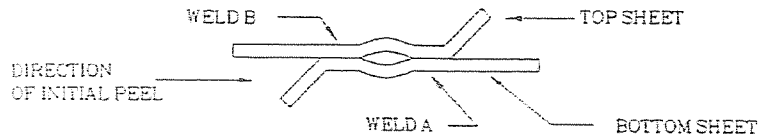
Géotextile		Propriété	Méthode d'essai	Unité	Valeur Requise		Fréquence d'essai	Qualificatif
		Masse surfacique	ASTM D 5261	g/m ² (oz/vg ²)	204 (6)	272 (8)	1 / 7 000 m ²	MARV ¹
		Effort de tension et allongement à la rupture	ASTM 4632	N (lb)	669 (150)	1003 (225)	1 / 7 000 m ²	MARV
		Allongement à la rupture	ASTM D 4632	%	50	50	1 / 7 000 m ²	MARV
		Résistance à la déchirure	ASTM D 3786	N (lb)	268 (60)	401 (90)	1 / 7 000 m ²	MARV
		Résistance au poinçonnement	ASTM D 4833	N (lbs)	424 (95)	580 (130)	1 / 7 000 m ²	MARV
		Résistance à l'éclatement Mullen	ASTM 3786	kPa (psi)	2244 (325)	3107 (450)	1 / 7 000 m ²	MARV
		Débit d'eau	ASTM D 4491	lpm/m ² (gpm/pi ²)	5093 (125)	4074 (100)	1/lot	MARV
		Permittivité	ASTM D 4491	(sec ⁻¹)	1.63	1.26	1/lot	MARV
		Perméabilité	ASTM D 4491	cm/sec	0.48	0.30	1/lot	MARV
		Dimension d'ouverture apparente	ASTM D 4751	mm (US sieve)	0.212 (70)	0.180 (80)	1/lot	MARV
		Résistance aux UV (500 heures)	ASTM D4355	%	70	70	1/formulation	MARV

¹ MARV (Mean Average Roll Value) moyenne statistique des valeurs obtenues par rouleau sur le nombre d'échantillons requis selon la méthode.

ANNEXE 15

TYPES DE RUPTURE POUR SOUDURES DE GÉOMEMBRANE
(SOURCE : US EPA)

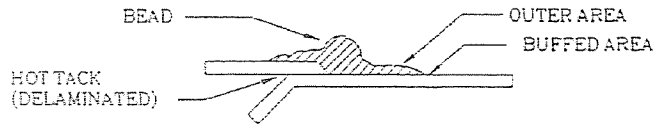
DOUBLE-TRACK GEOMEMBRANE WELD



<u>TYPES OF BREAK</u>	<u>CODE</u>	<u>BREAK DESCRIPTION</u>	<u>CLASSIFICATION^a</u>
	AD	ADHESION FAILURE	NON-FTB
	BRK	BREAK IN SHEETING. BREAK CAN BE IN EITHER TOP OR BOTTOM SHEET.	FTB
	SE1	BREAK AT OUTER EDGE OF SEAM. BREAK CAN BE IN EITHER TOP OR BOTTOM SHEET.	FTB
	SE2	BREAK AT INNER EDGE OF SEAM THROUGH BOTH SHEETS	FTB
	AD-BRK	BREAK IN FIRST SEAM AFTER SOME ADHESION FAILURE. BREAK CAN BE IN EITHER THE TOP OR BOTTOM SHEET.	FTB

^a FTB="FILM-TEAR BOND."

FILLET-EXTRUDED GEOMEMBRANE WELD

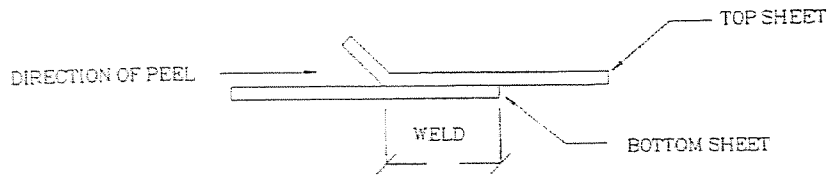


<u>TYPES OF BREAKS</u>	<u>CODE</u>	<u>BREAK DESCRIPTION</u>	<u>CLASSIFICATION ^a</u>
	AD1	FAILURE IN ADHESION. SPECIMENS MAY ALSO DELAMINATE UNDER THE BEAD AND BREAK THROUGH THE THIN EXTRUDED MATERIAL IN THE OUTER AREA.	NON-FTB
	AD2	FAILURE IN ADHESION.	NON-FTB
	AD-WLD	BREAK THROUGH THE FILLET. BREAKS THROUGH THE FILLET RANGE FROM BREAKS STARTING AT THE EDGE OF THE TOP SHEET TO BREAKS THROUGH THE FILLET AFTER SOME ADHESION FAILURE BETWEEN THE FILLET AND THE BOTTOM SHEET.	NON-FTB ^b
	SE	BREAK AT SEAM EDGE. INDICATE LOCATION BY 1, 2 OR 3	FTB
	BRK	BREAK IN THE SHEET. USE 1 TO INDICATE BOTTOM SHEET AND 2 TO INDICATE TOP SHEET. IF BREAK IS IN BUFFED AREA, INDICATE WITH '(B)'.	FTB
	AD-BRK	BREAK IN THE BOTTOM SHEETING AFTER SOME ADHESION FAILURE BETWEEN THE FILLET AND THE BOTTOM SHEET. (APPLICABLE TO PEEL ONLY)	FTB
	HT	BREAK AT THE EDGE OF THE HOT TACK FOR SPECIMENS WHICH COULD NOT BE DELAMINATED IN THE HOT TACK	NO TEST

^a FTB="FILM-TEAR BOND"

^b ACCEPTANCE OF AD-WLD BREAKS MAY DEPEND ON WHETHER TEST VALUES MEET A MINIMUM SPECIFICATION VALUE AND NOT ON CLASSIFICATION AS A FTB OR NON-FTB BREAK.

SINGLE-TRACK GEOMEMBRANE WELD



<u>TYPES OF BREAKS</u>	<u>CODE</u>	<u>BREAK DESCRIPTION</u>	<u>CLASSIFICATION^a</u>
<p><u>CLAMP</u></p> <p>A diagram showing a cross-section of a clamp on the edge of a geomembrane sheet. The sheet is shown with a jagged break at the clamp edge.</p>	CL	BREAK IN SHEETING AT CLAMP EDGE.	...
<p>A diagram showing a break in the sheeting between two sheets. The break is jagged and occurs in the middle of the sheet.</p>	BRK	BREAK IN SHEETING.	FTB
<p>A diagram showing a break at the seam edge between two sheets. The break is jagged and occurs at the edge of the seam.</p>	SE	BREAK AT SEAM EDGE	FTB
<p>A diagram showing a break in the sheeting after some adhesion failure between the sheets. The break is jagged and occurs in the middle of the sheet, with some material missing from the seam area.</p>	AD-BRK	BREAK IN SHEETING AFTER SOME ADHESION FAILURE BETWEEN THE SHEETS	FTB
<p>A diagram showing a failure in adhesion between the sheets. The sheets are shown separated at the seam, with no material missing.</p>	AD	FAILURE IN ADHESION BETWEEN THE SHEETS	NON-FTB

^a FTB="FILM-TEAR BOND."